



Universidade de Aveiro Departamento de Educação
Ano 2010/2011

Sara Dias Leite

Estímulo à participação dos alunos: práticas de ensino auto reflexivas



Sara Dias Leite

Estímulo à participação dos alunos: práticas de ensino auto reflexivas

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria Helena Gouveia Fernandes Teixeira Pedrosa de Jesus, Professora Associada com Agregação do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro, e do Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia, Professor Auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

Aos meus pais.

o júri

presidente

Professora Doutora Teresa Maria Bettencourt da Cruz
Professora Auxiliar do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Ana Sofia Cavadas Afonso
Professora Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade do Minho

Professor Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia
Professor Auxiliar do Departamento de Física Universidade de Aveiro

Professora Doutora Maria Helena Gouveia Fernandes Teixeira Pedrosa de Jesus
Professora Associada com Agregação do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Professor Mário de Almeida Rodrigues Talaia, bem como à Professora Maria Helena Pedrosa de Jesus, pela ajuda, conselhos e encorajamento.

Agradeço também ao Professor José Manuel Lopes, orientador da minha prática pedagógica, por todos os ensinamentos e pela sua disponibilidade.

Agradeço ainda à minha colega Susana Lima, que me acompanhou nas alegrias e preocupações do estágio.

Por fim, agradeço aos meus alunos, pelos bons momentos que partilhámos.

palavras-chave

questionamento, questões dos alunos, ensino centrado no aluno, trabalho em grupo, intervenções orais e escritas, Química, Física, investigação-pelos-professores.

resumo

Um dos objetivos centrais da escola atual é o de desenvolver nos alunos competências que lhes permitam adaptar-se à sociedade em constante transformação e não apenas a veiculação de conteúdos académicos. No entanto, vários estudos mostram que existem dificuldades na transferência das aprendizagens da sala de aula para o mundo real. Uma das razões apontadas é o facto de os conhecimentos de sala de aula não serem bem integrados com os conhecimentos anteriores do aluno. Para que ocorram aprendizagens significativas, torna-se, portanto, necessário que o professor leve em consideração, no planeamento de estratégias de ensino, os conhecimentos anteriores e expectativas dos alunos, as suas questões e ideias.

Para que tal aconteça, é essencial que os alunos interajam com o professor, agindo como parceiros no processo de ensino e de aprendizagem, exprimindo as suas ideias, dúvidas e expectativas. Assim sendo, nesta investigação procurou-se aumentar a participação dos alunos através da criação de momentos que lhes permitissem explorar as suas ideias e escrever as suas questões. As 'produções' orais e escritas dos alunos foram objeto de reflexão e análise pela professora-investigadora, e levadas em consideração no planeamento das aulas subsequentes.

Os dados foram recolhidos através de observação participante e não-participante, de anotações do investigador, de questões e respostas escritas pelos alunos, e da gravação áudio das interações orais das aulas. O método de investigação adotado foi o estudo de caso, sendo a investigação de carácter qualitativo.

Pese as limitações do estudo no que diz respeito à dimensão da amostra, os resultados apontam no sentido de que as estratégias aplicadas estimularam a participação dos alunos.

A comparação entre o número de questões escritas pelos alunos e o número de intervenções orais em algumas das aulas lecionadas revelou que o número de alunos que escreveram questões foi superior ao número de alunos que intervieram oralmente. Constatou-se, ainda, que nas aulas em que não existiu um momento exclusivamente dedicado a esta atividade, o número de questões escritas pelos alunos foi menor do que o obtido nas aulas em que aquele tempo foi disponibilizado. Estes dados sugerem que a criação de momentos de escrita de questões permite aumentar a participação dos alunos, o que foi já anteriormente defendido por vários autores.

Também os momentos de trabalho em grupo constituíram um espaço importante para a exploração das ideias dos alunos, o que se tornou visível pela grande atividade dentro dos grupos, com apresentação de argumentos, construção conjunta de conhecimentos e, sobretudo, pela variedade de propostas que surgiram como forma de dar resposta a questões idênticas das fichas de trabalho. De facto, constatou-se que um maior número de alunos participava nas discussões em turma, quando estas se seguiam aos momentos de trabalho em grupo, do que quando eram realizadas após a exposição dos temas programáticos. Em suma, o que estas constatações sugerem é que a inclusão de momentos de trabalho autónomo, com a possibilidade de trocar ideias com os colegas, pode contribuir para aumentar a motivação dos alunos para intervir na aula.

A recolha de questões forneceu informação acerca de falhas no conhecimento e dúvidas implícitas e explícitas na expressão escrita dos alunos, o que corrobora os resultados encontrados por outros estudos. Da mesma forma, a análise do discurso oral dos alunos e das suas respostas escritas constituiu uma fonte de informação importante relativamente àqueles aspetos. A reflexão sobre estas permitiu à professora-investigadora fazer ajustes e planear estratégias adequadas à melhoria dos aspetos em que foram identificados problemas. O uso das 'produções' escritas e orais dos alunos para discussão em aulas posteriores constituiu uma forma de promover interações aluno-aluno, permitiu aceder às dúvidas de outros alunos, que se identificaram com as ideias expressas nas questões escritas, respostas escritas e manifestações orais dos seus colegas, e ajudou a integrar os alunos na gestão do processo de ensino e aprendizagem.

No que diz respeito à tentativa de estimular os alunos a reformularem as suas respostas, o pedido explícito de reformulação parece aumentar a predisposição dos alunos para fazerem alterações, quando comparado com os casos em que esse pedido não existiu. Estes resultados sugerem que esta estratégia tem a potencialidade de favorecer a reflexão dos alunos sobre as suas próprias ideias.

No final da dissertação, apresentam-se as limitações deste estudo e propõem-se sugestões para melhorar e aprofundar as estratégias implementadas.

keywords

questioning, students' questions, student-centered teaching, group work, oral and written interventions, Chemistry, Physics, teacher-researcher.

abstract

One of the main objectives of school nowadays is the development of skills that allow students to adapt to the ever-changing society, and not merely the delivery of academic contents. However, various studies suggest that there are problems concerning the use of classroom learning in the real world.

One of the reasons pointed out is that the classroom knowledge is not well integrated with the previous knowledge held by student. In order to create conditions for the significant learning to occur it is necessary that teachers should consider students' previous knowledge and expectations, their questions and ideas, before planning teaching strategies. Therefore it is essential to promote students interaction with their teachers, acting as partners in the process of teaching and learning, expressing their ideas, questions and expectations.

Thus, in this study, we tried to increase student participation through the creation of moments that allowed them to explore their ideas and write their questions. The students' oral and written 'productions' were object of reflection and analysis by the teacher-researcher, and taken into account in the planning of the next classes.

Data was collected through participant and non-participant observation, field notes, written questions and answers, and audio taped record of oral classroom interactions. The study is of a qualitative nature and the method adopted was the case study.

Despite the limitations of the study related to the sample size, the results obtained suggest that the strategies implemented did stimulate the participation of students.

The comparison between the number of written questions and oral interventions, in some of the classes, revealed that the number of students who wrote questions was higher than those who made oral interventions. It was also found that in the classes where there was not a moment exclusively devoted to this activity, the number of written questions was lower than that obtained in classes where that time was provided. These data suggest that the creation of moments for writing questions helps to increase the participation of students, which is a claim that has been sustained by several authors.

The group work moments were also important for the students to explore their ideas. This was visible through the great activity within groups, presenting arguments and co-constructing knowledge, and especially through the variety of proposals emerging by answering the same questions in the worksheets. Indeed, it was noticed that a larger number of students would participate when the class discussions were held after the group work, rather than when they were undertaken after lecturing. In sum, these results suggest that including moments for autonomous work, with the possibility of exchanging ideas with peers, can contribute to increase the motivation of students to intervene in the classroom.

The questions collected also provided information about knowledge gaps and doubts implicit and explicit in students' writing, what reaffirms the results found by other studies. Likewise, the analysis of students' oral discourse and their written responses contributed to increase the information concerning those aspects.

The use of students' written and oral 'productions' for discussion in class allowed to have access to doubts and ideas of their peers who hadn't expressed them, but did identify with the ideas/doubts of their peers during the class discussion. It also helped promote student-student interaction and develop students' critical thinking.

Finally, the data showed that the explicit request for students to reformulate their answers seems to increase their predisposition to change their initial writings, rather than when there was no request. These results suggest that this strategy has the potential to promote students' reflection on their own ideas.

Some limitations of the study will also be presented together with a few suggestions for further development and improvement of the strategies implemented.

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Número de questões escritas pela Turma A em cada aula	42
Quadro 2 – Número de questões escritas pela Turma B em cada aula	42
Quadro 3 - Exemplos de ‘questões de aquisição’ escritas pelos alunos	44
Quadro 4 – Exemplos de ‘questões de especialização’ escritas pelos alunos.....	45
Quadro 5 - Exemplos de ‘questões de integração’ escritas pelos alunos	45
Quadro 6 – Questões escritas pelos alunos sobre o fenómeno de sublimação.....	46
Quadro 7 – Questões escritas pelos alunos sobre a técnica de destilação fracionada	47
Quadro 8 – Questões escritas pelos alunos relativas a matérias anteriores	47
Quadro 9 – Intervenções orais dos alunos.....	49
Quadro 10 - Questões escritas pelos alunos	49
Quadro 11 – Discussão da questão anterior no Turno 2 da Turma B	51
Quadro 12 - Discussão da resposta dos alunos A3, A4 e A7 no Turno 1 da Turma A	53
Quadro 13 – Discussão do fenómeno de sublimação no Turno 1 da Turma A	55
Quadro 14 - Discussão da questão do aluno A6 no Turno 2 da Turma A	57
Quadro 15 - Discussão da interação verbal dos alunos A15, A17 e A25, Turno 2 da Turma B	60
Quadro 16 - Discussão da questão do aluno A10 no Turno 1 da Turma A	61
Quadro 17 - Discussão em torno da questão do aluno A15 no Turno 1 da Turma A	64
Quadro 18 – Interações orais no grupo de alunos A3, A4 e A7, da Turma B	65
Quadro 19 – Interação oral dos alunos A5, A7, A8 e A10, da Turma A	68
Quadro 20 - Interação oral dos alunos A18, A19, A20 e A24, da Turma A.....	69
Quadro 21 - Extratos das respostas escritas pelos alunos de ambas as turmas à Q3 da tarefa.71	
Quadro 22 - Respostas dos alunos da Turma B que se enquadram nas propostas 1 e 2.....	72

Quadro 23 - Respostas dos alunos da Turma B que se enquadram em cada uma das propostas de separação dos componentes da mistura de farinha e limalha de ferro	73
Quadro 24 - Propostas para a separação da mistura de água, farinha e areia	75
Quadro 25 - Respostas dos alunos de ambas as turmas que se enquadram em cada uma das propostas de separação da mistura de água, farinha e areia.....	75
Quadro 26 – Interação oral no momento de discussão, no Turno 2 da Turma A.	79
Quadro 27 - Interação oral no momento de discussão, no Turno 1 da Turma B.	81
Quadro 28 - Respostas escritas por um grupo de alunos da Turma B à Q1	85
Quadro 29 - Respostas escritas pelos alunos da Turma B às questões Q2 e Q4	86
Quadro 30 - Respostas escritas por um grupo da Turma A às questões Q4 e Q2	89

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

Capítulo I.....	7
INTRODUÇÃO.....	7
Contexto, objetivos e questão de investigação	9
Capítulo II.....	11
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
Abordagem à aprendizagem construtivista	11
O trabalho em grupo	12
As questões dos alunos.....	13
O professor investigador e reflexivo	16
Capítulo III	19
METODOLOGIA.....	19
1. Opções metodológicas.....	19
1.1. Estudo de caso.....	21
1.2. O professor como investigador.....	23
2. Recolha e análise de dados	27
2.1. Observação.....	28
2.2. Anotações de campo	29
2.3. Gravações áudio.....	30
2.4. Recolha de questões escritas pelos alunos	30
2.5. Recolha de textos escritos pelos alunos.....	30
Capítulo IV	31
CONCEPÇÃO DO PLANO DE INVESTIGAÇÃO.....	31
1. Criação de momentos para a escrita de questões	32
2. Criação de momentos de discussão em turma das questões escritas pelos alunos	34

3. Criação de momentos de trabalho em grupo	34
4. Criação de tarefas integrando questões de resposta aberta.....	35
4.1. Tarefa I	35
4.2. Tarefa II	36
5. Criação de momentos de discussão em turma das propostas dos alunos para resolução das tarefas	36
6. Incentivo à reformulação de respostas escritas pelos alunos	37
7. Fornecimento de feedback escrito	37
Capítulo V	39
O CASO	39
1. Criação de momentos para a escrita de questões	40
1.1. O instrumento de recolha das questões	40
1.2. O tempo para a formulação de questões.....	41
1.3. Caracterização das questões recolhidas	43
1.4. Alguns assuntos visados nas questões escritas	46
1.5. Participação oral e participação escrita	48
2. Discussão em turma das questões escritas, respostas escritas e interações verbais dos alunos	50
3. Criação de momentos de trabalho em grupo	64
4. Criação de tarefas integrando questões de resposta aberta.....	70
4.1. Tarefa I - «Estradas geladas».....	70
4.2. Tarefa II – «Separação de Misturas».....	73
5. Criação de momentos de discussão em turma das propostas dos alunos para resolução das tarefas	79
5.1 Tarefa I - «Estradas geladas»	79
5.2. Tarefa II - «Separação de Misturas».....	84

6. Incentivo à reformulação de respostas escritas pelos alunos	84
7. Fornecimento de feedback escrito	89
Capítulo VI	91
CONCLUSÕES.....	91
Limitações do estudo e sugestões para estudos futuros	98
BIBLIOGRAFIA.....	101
ANEXOS	

Capítulo I

INTRODUÇÃO

Mais do que criar conhecimento, um dos objetivos centrais da escola, é o de desenvolver nos alunos competências que os tornem capazes de transferir para a sua vida, de uma forma duradoura, as aprendizagens escolares das variadas disciplinas. Pretende-se, ainda, desenvolver nos alunos o pensamento crítico e criativo, de forma a facultar-lhes mecanismos capazes de os integrar na vida ativa e na tomada de decisões enquanto indivíduos membros de uma sociedade em constante transformação (Wise & O'Neill, 2009; Spady, 1999, citado em Killen, 2007; Whitehead, 1929, citado em Gott, Lesgold & Kane, 1998).

Uma das características do modelo de ensino tradicional – o modelo por transmissão – que se pensa contribuir para a discrepância entre as aprendizagens da sala de aula e a aplicação destas ao mundo real, é o facto de os conhecimentos da aula não serem, geralmente, bem integrados com outro conhecimento que o aluno já possui, o que faz com que o novo conhecimento seja utilizado apenas em atividades escolares como exames, e ignorado nas restantes ocasiões (Richardson, 1997). Na mesma linha de pensamento, Roth (1990, citado em Chin & Brown, 2000), afirma que se não forem estabelecidas conexões entre o conhecimento anterior e o conhecimento da disciplina, a aprendizagem de conceitos científicos fica reduzida à memorização de factos. Por outro lado, se não ocorrer aprendizagem, tal pode dever-se ao facto de existirem poucas ligações entre os significados construídos e as ideias anteriores, ou ainda porque aqueles que aprendem não são capazes, ou não sentem motivação, para reestruturar as suas ideias anteriores (Osborne & Wittrock, 1983, 1985, citados em Chin & Brown, 2000). Assim, é desejável que as ligações entre aquilo que o aluno sabe e a nova informação sejam estabelecidas, caso contrário as aprendizagens ficarão circunscritas ao meio escolar, o que é claramente insatisfatório. Tal como afirma Roldão (2003, citado em Batista, 2010), o conhecimento que não pode ser mobilizado para a ação, para a aplicação, é, no fundo, conhecimento inútil.

Estas opiniões convergem com aquilo que é defendido pela perspectiva construtivista da aprendizagem, que entende que o conhecimento é construído pelo próprio aluno com base nos seus conhecimentos anteriores e na experiência, sendo este processo assistido pela reflexão e pela negociação com outros, e não meramente adquirido, como resultado de uma

transmissão veiculada pelo professor (Davis, Maher & Noddings, 1990, citados em Atweh, 2004). Assim, numa abordagem construtivista de aprendizagem, o professor deve procurar identificar que expectativas e ideias acerca de um tópico os alunos trazem consigo antes de tomar qualquer decisão relativamente ao planeamento das aulas (Maskill & Pedrosa de Jesus, 1997). Além disso, o professor deve compreender o seu papel como o de mediador da aprendizagem dos alunos, tendo presente que o foco do ensino é o aluno e não a disciplina (Watts, Alsop, Gould & Walsh, 1997).

Para que a mediação entre o aluno e os conteúdos disciplinares seja possível, torna-se necessário que o professor procure compreender os raciocínios, ideias, questões, explicações dos alunos, de forma a planear e adaptar estratégias que respondam às necessidades de aprendizagem destes. Numa perspetiva mais abrangente, professor e alunos deverão ser ‘cúmplices na orquestração’ do ensino e da aprendizagem’ (Watts & Pedrosa de Jesus, 2005, p.438). Sob esta perspetiva, o discernimento profissional do professor revela-se decisivo ao selecionar experiências que encorajem a aprendizagem dos alunos, pois a aprendizagem não deve ser forçada, mas, em vez disso, habilmente estimulada (Campoy, 2005). Este tipo de ensino requer, portanto, que o professor reflita sobre os acontecimentos da sala de aula e, a partir destes, planeie cuidadosamente aulas com base naquilo que os alunos sabem e naquilo que necessitam de aprender.

Além de benéfica para a aprendizagem dos alunos (Climent, 2001, citado em Herdeiro & Silva, 2008), a reflexão do professor sobre a sua prática poderá contribuir para o seu desenvolvimento profissional (Roldão, 2007 e Climent, 2001, citados em Herdeiro & Silva, 2008). De facto, é através da reflexão que o professor se torna professor, pois, segundo Ponte (1994, citado em Herdeiro & Silva, 2008, p.2.), os conhecimentos do professor quando este termina o seu percurso académico ‘são insuficientes para o exercício de funções ao longo da sua carreira’, existindo um conjunto variado de competências e conhecimentos que o professor necessita de adquirir para enriquecer a sua prática.

Neste estudo, desenvolvido no contexto de uma abordagem de aprendizagem construtivista, procurou-se investigar o processo de ensino e de aprendizagem, recolhendo dados relativos às produções verbais e escritas dos alunos na sala de aula. Estes dados constituíram elementos centrais para posterior reflexão, com vista à preparação das estratégias de ensino/aprendizagem mais adequadas às necessidades dos alunos, e ainda ao enriquecimento profissional da professora-investigadora.

Contexto, objetivos e questão de investigação

Esta investigação desenvolveu-se em duas turmas do sétimo ano de escolaridade – a Turma A e a Turma B – na disciplina de Ciências Físico-Químicas, na Escola Jaime Magalhães Lima em Esgueira.

Durante a fase exploratória do estudo, a observação das aulas de ambas as turmas revelou problemas no que diz respeito à participação dos alunos. Na Turma B a participação era, em geral, reduzida; a generalidade dos alunos colocava poucas questões, raramente tomava a iniciativa de responder espontaneamente a questões colocadas pelo professor para toda a turma e, em algumas ocasiões, não respondia.

Na Turma A o número de alunos com interesse em participar por iniciativa própria na aula, quer colocando questões, quer dando respostas às questões não dirigidas colocadas pelo professor, era bastante superior, o que contribuía para a impressão global de turma mais participativa. Uma análise atenta, porém, permitiu detetar alunos que raramente ou nunca usavam da palavra por iniciativa própria – quer para intervir na aula, quer para participar das discussões entre pares. De facto, sobretudo na interação entre pares, a participação entusiasta, por vezes com a colocação de questões ‘em catadupa’ por parte desse grupo de alunos mais interventivo, limitava o espaço de intervenção dos outros alunos.

Acreditando-se na teoria construtivista da aprendizagem, os problemas detetados relativamente à participação dos alunos de ambas as turmas configuram-se como um óbvio prejuízo para a sua aprendizagem. Assim, a questão central que guiou esta investigação foi a seguinte:

De que forma poderá ser estimulada a participação efetiva dos alunos nas aulas de Química e Física do 7º ano no contexto de uma prática de ensino investigativa e auto reflexiva?

Visando encontrar respostas para esta questão definiram-se os seguintes objetivos:

1. Estimular a participação dos alunos nas aulas, quer sob a forma oral, quer sob a forma escrita;
2. Promover espaços para a formulação e exploração de ideias e de questões pelos alunos;
3. Valorizar as ideias e questões dos alunos;

4. Desenvolver uma prática de ensino investigativa e auto reflexiva.

A forma de concretização prática do primeiro objetivo (*Estimular a participação dos alunos nas aulas, quer sob a forma oral, quer sob a forma escrita*) passou pela tentativa de criação de momentos e atividades diversificadas, consideradas na literatura como favoráveis à interação oral, ao questionamento, à formulação de explicações e à elaboração de hipóteses, isto é, tentou-se *promover espaços para a formulação e exploração de ideias e de questões pelos alunos*.

Paralelamente, procurou-se *valorizar as ideias e questões dos alunos* (terceiro objetivo). Além de pretender encorajar futuras participações, esta valorização visava também criar um ‘diálogo’ entre aluno e professor, com vista à construção de conhecimentos significativos, a partir não apenas dos *inputs* do professor, mas também dos *inputs* dos alunos. Para a concretização deste terceiro objetivo, era, antes de mais, necessário que o professor refletisse sobre as ideias e questões exteriorizadas com vista à identificação de dúvidas ou falhas no conhecimento, conhecimentos anteriores, possíveis conexões com temáticas futuras, propostas diferentes de abordagem aos tópicos da disciplina, entre outros. Em suma, exigia-se do professor-investigador uma atitude simultaneamente investigativa e reflexiva sobre a sua própria prática, visando-se também a concretização do quarto objetivo (*desenvolver uma prática de ensino investigativa e auto reflexiva*).

No próximo capítulo serão discutidas as bases teóricas que sustentam esta investigação.

Capítulo II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Abordagem à aprendizagem construtivista

A teoria construtivista da aprendizagem (cujo grande defensor foi Vygotsky), entende o conhecimento não como uma entidade estática, recebida, transmitida, inteira, do professor para o aluno, mas como algo dinâmico, criado, examinado, passível de ser transformado pelo sujeito, que é encorajado a refletir sobre a sua própria aprendizagem e a aplicar os novos conhecimentos a experiências autênticas, da vida real (McCombs & Miller, 2009). Segundo Lampert (1997), o conhecimento não é separável das atividades nas quais é construído nem da comunidade de pessoas com quem as ideias são partilhadas. Isto é, segundo aqueles autores, o desenvolvimento de um indivíduo assenta sobre as interações sociais através das quais os significados culturais são partilhados no interior de um grupo e internalizados pelo indivíduo. Assim, a centralidade da aula não são os conteúdos da disciplina, mas os próprios alunos, sendo a aprendizagem construída e reconstruída através da troca de experiências e percepções entre professor e alunos e entre alunos e pares (Ciardiello, 1998).

À luz deste enquadramento teórico, o professor é entendido como um parceiro no processo de aprendizagem, responsável pela criação intencional de um conjunto de experiências organizadas e coesas que auxiliem a criação de conexões entre conceitos-chave, bem como estimulem a participação ativa e colaborativa dos alunos na construção do seu conhecimento (Brooks & Brooks, 1999). O “professor construtivista” é, portanto, aquele que entende como objetivo do ensino não apenas a transmissão de conhecimentos do professor para o aluno, mas antes o do desenvolvimento das competências do aluno necessárias para criar conhecimento. Assim, o papel do professor no processo de ensino e de aprendizagem é o de orientador dos alunos na construção de novo conhecimento a partir das suas experiências anteriores, o que conduzirá, necessariamente, à produção de uma compreensão única e pessoal (1999).

A teoria construtivista reconhece que a relevância e o interesse de um tópico para um estudante depende sobretudo das suas experiências e conhecimentos anteriores e não tanto do

plano do professor, razão pela qual ‘é educativamente contraproducente ignorar as suposições e pontos de vista dos alunos’ (idem, p. 184). Espera-se, portanto, que o professor promova oportunidades para a criação de ligações entre o conhecimento proposto pelo programa, episódios de sala de aula e as experiências pessoais do aluno. Tal pode operar-se através de aulas interativas, em que o professor está recetivo às intervenções dos alunos, e explora as ideias que aqueles formulam, as quais podem constituir exemplos que o professor não tinha planeado discutir inicialmente. Para atender a este último ponto é necessário, portanto, que o professor seja flexível relativamente ao plano traçado para a aula e se encontre disponível para partilhar o controlo intelectual da aula com os seus alunos (Smith, 2008).

Alguns críticos da abordagem construtivista argumentam que aquela apenas estimula a aprendizagem em torno dos conceitos acerca dos quais os alunos têm interesse (Brooks & Brooks, 1999). A apresentação de problemas relevantes para os alunos é, de facto um dos princípios basilares da pedagogia construtivista; porém, esta relevância pode emergir através da mediação do professor e não tem que estar necessariamente presente de antemão (1999).

O trabalho em grupo

Ao afirmar que a construção de significados resulta da interação entre indivíduos, a teoria construtivista define a aprendizagem como um processo social. Assim sendo, a interação aluno-aluno desempenha um papel extremamente importante na ação de sala de aula, pelo que um modelo de ensino que pretenda favorecer o construtivismo deverá criar oportunidades de colaboração.

Segundo Jones (2007), a colaboração entre pares permite aos alunos aprenderem a ajudar-se mutuamente, a cooperarem e a valorizarem as contribuições dos outros. Os momentos de trabalho em grupo fomentam a autonomia dos alunos, uma vez que lhes é fornecido o espaço para aprenderem sem depender do professor. Todavia, o trabalho em grupo não dispensa por completo a intervenção do professor – o professor estará sempre disponível para prestar aconselhamento e encorajar, bem como ajudar em caso de dificuldade ou dúvida. Além disso, o auxílio prestado pelo professor no caso de uma dúvida não tem de surgir, necessariamente, sob a forma de uma resposta. Lampert (1997) defende que este auxílio pode surgir sob a forma de mais questões colocadas pelo professor que lhe permitam compreender, por um lado, a forma de pensar do aluno e, por outro, ajudem o aluno a estruturar o seu pensamento.

Após o término do trabalho em grupo cabe então ao professor fornecer feedback, oferecer sugestões e aconselhamento, fazer correções, colocar questões e atender às questões dos alunos (Jones, 2007).

O trabalho em grupo constitui não apenas um meio de aprender, mas é também parte do processo de aprendizagem. A aprendizagem em grupo ajuda a promover a comunicação e a partilha de ideias que, por seu lado, conduzirão a uma atribuição de sentido ('sense making') mais efetiva por parte do indivíduo. Encorajam-no, ainda, a ser flexível e a conviver com perspetivas alternativas do mundo (Barker & Barker, 2001, p. 205). Permite, também, uma 'mudança subtil do foco da autoridade da sala de aula do professor para o aluno e investe no aluno a capacidade de influenciar as atividades de sala de aula' (Bruffee, 1999, citado em Barker & Barker, 2001, p. 205).

Neste estudo foram criados vários momentos de trabalho em grupo. Por um lado, com vista ao estímulo da interação oral dos alunos e, por outro, como forma de lhes proporcionar um espaço de autonomia em que pudessem explorar as suas ideias de forma independente.

As questões dos alunos

No trabalho colaborativo de sala de aula a linguagem desempenha, naturalmente, um papel preponderante enquanto ferramenta de interação social (Scott, 1998, citado em Seah & Hart, 2006). Nas palavras de Dewey (1916, p. 20), 'o uso da linguagem para exprimir e adquirir ideias é uma extensão e refinamento do princípio de que as coisas ganham significado ao serem usadas numa experiência partilhada ou ação conjunta'. Desta forma, o estímulo da interação oral entre os alunos poderá não só ajudá-los a comunicar, mas também a pensar e a aprender. Osborne e Wittrock (1985) frisam, contudo, que as palavras escritas ou faladas sobre o conhecimento da aula apenas terão significado para aquele que aprende se estiverem relacionadas com elementos existentes nas suas estruturas mentais; caso contrário, operam apenas como estímulo físico, não possuindo qualquer valor intelectual. Há, pois, que estimular a adoção de um papel ativo por parte do aluno na criação de pontes entre o conhecimento que já possui e o novo conhecimento.

Um dos caminhos capaz de relacionar os novos conhecimentos com a estrutura de conhecimentos preexistentes é a procura de informação através da formulação de questões

(Olson, Duffy, & Mack, 1985). De facto, o questionamento dos alunos, definido como pedidos espontâneos de informação, compreende, por um lado, uma avaliação interna daquilo que é conhecido e daquilo que é desconhecido sobre um tópico e, por outro, uma tentativa de ampliar o conhecimento existente sobre o tópico (Guthrie & Taboada, 2004). Isto é, implica a tomada de iniciativa em começar processos de aprendizagem. Além disso, as questões ajudam a estruturar a aprendizagem através de ‘clarificação de objetivos, procura de factos, melhoria da compreensão de princípios e clarificação da organização tácita e explícita da aprendizagem a realizar’ (Watts & Pedrosa de Jesus, 2005, p. 437). As questões dos alunos podem ainda fornecer um diagnóstico do nível de pensamento dos alunos, revelando os seus quadros de referência e compreensão não ortodoxa da ciência, sendo ainda indicadores dos caminhos através dos quais os alunos enveredam na busca pelo conhecimento (M. Watts & Alsop, 1995).

O problema é que vários estudos demonstram que os alunos colocam poucas questões (Dillon, 1988 ; Maskill & Pedrosa de Jesus, 1997; Watts & Pedrosa de Jesus, 2010). Sendo as crianças pequenas por natureza inquisitivas acerca do que as rodeia, qual a razão pela qual os jovens em idade escolar parecerem manifestar níveis de curiosidade tão reduzidos, sobretudo quando em contexto de sala de aula, ambiente que se pressupõe intelectualmente estimulante? Dillon (1988) defende que as crianças não perdem a capacidade de colocar questões à medida que amadurecem, mas, pelo contrário, colocam cada vez mais questões: colocam questões a si próprias durante atividades de leitura e de estudo de textos escritos e também colocam questões a familiares e aos seus pares. Contudo, estas questões não são transportadas para, ou exteriorizadas em, sala de aula.

De acordo com Graesser e McMahan (1993) , existem três estádios para gerar uma questão: a) *desequilibrium detection* - deteção e tomada de consciência da existência de um conflito entre conhecimento e compreensão, entre nova informação e conhecimentos anteriores b) *verbal coding* - articulação do conflito em palavras, e c) *social editing* - expressão deste em palavras num contexto social.

O primeiro estádio corresponde à evidência de um conflito relativo ao conhecimento, de curiosidade, de confusão, de perplexidade, de dúvida, de desafio, entre outros (Watts & Pedrosa de Jesus, 2005). A presença destes sentimentos não implica, porém, uma evolução para os estádios seguintes de questionamento. Por vezes, embora exista uma consciência de desequilíbrio, uma falha de conhecimento, perplexidade e dúvida, os alunos podem ignorar

este tipo de sentimentos e resistir à codificação verbal da questão (2005). Ainda, as questões dos alunos podem não surgir quando tal exige demasiado esforço mental, ou quando é socialmente desconfortável colocá-las - ou porque as questões são muito simples ou demasiado complexas - ou porque sentimentos de vergonha ou medo do ridículo se sobrepõem aos de dúvida e desconcerto (2005). Porém, se as condições necessárias forem criadas, os alunos querem e são capazes de formular questões (Pedrosa de Jesus & Maskill, 1993; Maskill & Pedrosa de Jesus, 1997, citados em Teixeira-Dias, Pedrosa de Jesus, Neri de Souza & Watts, 2005). Um dos fatores que pode condicionar a formulação de questões é o ambiente de sala de aula, isto é, a forma como as questões são recebidas pelo professor e pelos pares: a crítica, a ridicularização ou o estilo de ensino que não cria pausas para a formulação de questões, por exemplo, tenderão a inibir a sua formulação (Watts & Pedrosa de Jesus, 2005). Outros autores afirmam que, a menos que os professores encorajem os alunos a colocar questões, incorporando atividades de produção de questões (quer escritas quer orais) no plano de aula, muitas das questões e estados de perplexidade dos alunos poderão não ser detetados, e, logo, não poderão ser resolvidos (Chin, 2001). Com este tipo de estímulos, mesmo os estudantes que geralmente não colocavam espontaneamente questões de elevado nível cognitivo, revelaram-se capazes de formular questões interessantes quando lhes foi proporcionado tempo específico para o fazerem (2001).

A importância de ensinar os alunos a formular questões torna-se evidente quando se consideram as suas potencialidades nos processos de ensino e de aprendizagem. Assim, as questões podem ‘ i) conduzir à melhoria da compreensão e da retenção daquilo com que o aluno se depara; ii) orientar a aprendizagem da sala de aula, sendo extremamente eficazes no aumento do interesse dos alunos, entusiasmo e empenhamento; e ainda iii) servirem para diagnosticar a sua compreensão ’ (Teixeira-Dias, et al., 2005, p. 5). Também outros autores notam a importância das questões, afirmando que estas podem (iv) constituir uma boa representação do estado de conhecimento e de compreensão do seu autor (Dillon, 1986, referido em Maskill & Pedrosa de Jesus, 1997), (v) ajudar a estabelecer a conexão entre o conhecimento anterior dos alunos e as novas informações, e assim, favorecer uma aprendizagem significativa (Chin & Brown, 2000), e por fim, (vi) promover o desenvolvimento do pensamento crítico (Browne & Keeley, 1998, citados em Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, Teixeira-Dias & Watts, 2001).

Segundo Maskill & Pedrosa Jesus (1997) o ato de questionar ajuda não só a ‘estimular o pensamento daquele que questiona’, mas também a ‘revelar as ideias que se encontram por detrás dessa questão’, permitindo ao professor recolher informações importantes para preparar formas de atuação adequadas (p. 782).

Reconhece-se, ainda, que as questões estão estreitamente relacionadas com a forma como os alunos aprendem (Pedrosa de Jesus, Almeida, Teixeira-Dias & Watts, 2006; Pedrosa de Jesus, Almeida & Watts, 2004; Chin & Brown, 2000; Tisher, 1977, citado em Chin & Brown, 2000), podendo constituir uma fonte rica de informações para os professores acerca da qualidade de pensamento e compreensão conceptual dos alunos (Watts, et al., 1997) e dos seus quadros conceptuais alternativos (Maskill & Pedrosa de Jesus, 1997). Torna-se portanto necessário não só criar momentos específicos para a colocação de questões em sala de aula, como também fazer uso destas enquanto ferramenta de construção da aprendizagem. Pretende-se, assim, uma nova dinâmica na sala de aula, em que o ensino é baseado em questões, onde o trabalho prático e a teoria são conduzidos pelas questões que os alunos colocam, e onde os alunos são estimulados a ser questionadores ativos e inquisitivos (Watts & Pedrosa de Jesus, 2010). Também McClure & College (2004) consideram que as questões devem ocupar um papel de iniciadores do processo de ensino-aprendizagem, ao contrário do papel secundário que lhes tem sido atribuído no modelo de ensino tradicional, perspectiva esta que altera o próprio papel do professor face às questões – deixa de ser o de responder às questões dos alunos passando a ser o de ajudar os alunos a responderem às suas próprias questões, tornando-os mais metacognitivos e capazes de gerir os seus recursos cognitivos.

Neste estudo procurou-se estimular a formulação de questões dos alunos com vista à identificação de dúvidas e falhas no conhecimento e, conseqüentemente, conduzir ao planeamento de estratégias e/ou atividades adequados à atuação sobre aquelas.

O professor investigador e reflexivo

As abordagens de ensino centradas no aluno colocam grandes desafios aos professores, uma vez que aquelas requerem que estes assumam o papel de guias e que, simultaneamente, estejam atentos a muitos aspetos diferentes da sala de aula, conferindo-lhes uma gama larga de responsabilidades de monitorização, se comparadas aos professores dos modelos tradicionais de ensino (Mergendoller & Thomas, 2005, citados em Ertmer & Simons, 2005/2006). Além disso, exigem ao professor uma predisposição para compreender a perspetiva dos alunos acerca dos fenómenos científicos da sala de aula, de forma a incluí-la no programa das aulas.

Para tal, o professor terá de adotar simultaneamente uma atitude investigativa, de observação de episódios e recolha de dados na sala de aula, e uma atitude reflexiva, de interpretação desses dados, para, posteriormente, investigar e refletir sobre formas/estratégias de atuação com vista à melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem.

Na base desta investigação está precisamente a adoção de uma atitude investigativa e reflexiva por parte da professora-investigadora, com vista à realização de intervenções educativas informadas pelos dados do próprio contexto de intervenção. Isto é, procurou-se identificar as necessidades da situação em estudo e implementar estratégias adequadas. As estratégias escolhidas serão explicadas e justificadas no Capítulo IV.

Capítulo III

METODOLOGIA

No presente capítulo serão (1) justificadas as opções metodológicas que orientaram o estudo, bem como (2) descritos os instrumentos de recolha de dados e os procedimentos utilizados no tratamento dos mesmos. Será ainda apresentado o plano geral da investigação.

1. Opções metodológicas

O método é definido como um ‘conjunto de etapas e processos a serem vencidos ordenadamente na investigação dos factos ou na procura da verdade’ (Ruiz, 1985, p. 131) e como uma ‘forma de pensar para se chegar à natureza de um determinado problema, quer seja para estudá-lo, quer seja para explicá-lo’ (Oliveira, 2001, p. 57). Segundo Pardal e Correia (1995, p. 10), ‘corresponde a um corpo orientador da pesquisa que, obedecendo a um sistema de normas, torna possíveis a seleção e articulação de técnicas, no intuito de se poder desenvolver o processo de verificação empírica’.

Segundo Estrela (1994, p.8) citada em (Silva, 2002, p. 65), ‘Sendo a metodologia um conjunto de métodos e técnicas de investigação, sua organização e fundamentação, é importante procurar fundamentá-la de forma a que as opções feitas sejam coerentes com as concepções que o investigador tem acerca da forma como se constrói o conhecimento’.

Relativamente à forma como o conhecimento é construído e como a realidade é apreendida pelo sujeito, existe um conjunto de concepções aceites pela comunidade científica, que constituem quatro paradigmas distintos: positivismo, pós-positivismo, teoria crítica e construtivismo (Guba & Lincoln, 1994). Um paradigma pode ser entendido como um conjunto de concepções ou crenças que lida com princípios fundamentais, que apresenta uma visão do mundo e que define a natureza do mundo e o tipo de relação que o indivíduo estabelece com aquele (1994). Não há forma de estabelecer a veracidade das crenças que subjazem a estes paradigmas, pelo que não existe um mais ou menos correto que outro (1994).

Na medida em que os paradigmas definem a natureza da realidade e a forma como aquela pode ser conhecida pelo indivíduo, a identificação do paradigma no qual a investigação se irá

inserir deverá preceder a escolha dos métodos a utilizar para apreender essa realidade/conhecimento.

O paradigma em que se insere este estudo é construtivista, tal como se encontra definido por Guba & Lincoln (1994). Segundo estes autores, a realidade pode ser apreendida de formas diversas, depende da experiência e da interação social e é, por natureza, específica (ainda que vários indivíduos e culturas possam partilhar elementos comuns). O investigador e o objeto de investigação são entendidos como indissociáveis, pelo que os dados da investigação são sobretudo ‘criados’ e não meramente recolhidos.

Assim, os valores do investigador, as suas conceções e crenças encontram-se estreitamente ligados aos ‘factos’ da investigação. A assunção da subjetividade dos factos não os torna, todavia, inválidos, mas apenas os circunscreve ao quadro conceptual do investigador. Daqui é visível a importância de definir o quadro conceptual que enquadra a investigação.

Definido o paradigma da investigação, torna-se necessário escolher a metodologia da investigação. Tendo em consideração o paradigma escolhido, é natural que a escolha tenha recaído sobre a investigação qualitativa, cujo foco principal é, segundo Moreira (2002, p. 26), a ‘interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas ações numa realidade socialmente construída’.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa tem, na sua essência, cinco características: (1) a fonte direta dos dados é o ambiente natural, sendo o investigador o principal meio de recolha dos mesmos; (2) a análise dos dados é sobretudo descritiva; (3) o interesse da investigação recai sobretudo sobre o processo de investigação mais do que sobre os dados; (4) a análise dos dados é essencialmente indutiva e (5) é dado especial ênfase ao significado que os sujeitos atribuem aos dados e experiências da investigação.

Para além disso, o plano de investigação é passível de transformação durante a investigação, podendo mesmo as hipóteses ser geradas *durante* aquela (Bogdan & Biklen, 1994; Moreira, 2002). Esta flexibilidade decorre do facto de a metodologia qualitativa ter como objetivo não a confirmação de uma determinada ideia, mas a realização de descobertas que conduzam a novas formas de compreensão. Pela mesma razão, este tipo de investigação desenrola-se sobretudo em ambientes naturais (Sherman & Webb, 2001).

Moreira (2002) e Sherman & Webb (2001) identificam, ainda, na investigação qualitativa, um carácter 'holístico', o que significa que a experiência é tomada e estudada como um todo, procurando-se atentar ao maior número de características daquela. Assim sendo, o contexto da experiência adquire, nesta metodologia, grande relevância, pois, 'tomar algo como um todo pressupõe a admissão de que esse todo se encontra delimitado, em algum ponto, por fronteiras' (Sherman & Webb, 2001, p. 6). A atribuição de significado aos dados da investigação, que a metodologia qualitativa defende, pressupõe uma preocupação direta com a experiência tal como ela é 'vívda' e 'sentida', isto é, importa compreender a experiência segundo a perspectiva dos participantes (p. 6). Como tal, os dados devem ser obtidos a partir de uma participação ativa, em que o investigador fica 'imerso' no fenómeno de interesse (Moreira, 2002, p. 26), e a comunicação dos resultados à comunidade deve passar por descrições qualitativas capazes de 'transportar o leitor para a cena, expressar as qualidades ou características marcantes do fenómeno, e evocar a sensação e a natureza da experiência educacional' (Sherman & Webb, 2001, p. 7).

Na sequência do exposto acima, considerou-se que o método de estudo de caso seria o mais adequado.

1.1. Estudo de caso

O método de estudo de caso é entendido como aquele que permite analisar, de modo intensivo, uma situação em particular, delimitada por condições específicas (Pardal & Correia, 1995 e Ponte, 1991), na qual não existe a possibilidade de manipular comportamentos relevantes dos participantes (Yin, 2003). Walker (1993, p.163, referido em Watts et al., 1997) define-o como 'o exame de uma situação em ação'.

Serve sobretudo para amplificar a compreensão de um fenómeno, possibilitando apenas generalizações empíricas aplicáveis a situações delimitadas por condições específicas e de carácter transitório.

Assim, o método de estudo de caso serve o propósito de uma investigação detalhada e abrangente, naturalista e participativa, e cujos resultados se circunscrevem a determinados contextos.

Uma das principais desvantagens apontadas ao método do estudo de caso é o seu reduzido poder de generalização. Segundo Jackson (2011), uma vez que o grupo, ambiente ou fenómeno em estudo pode não ser representativo, a generalizações de dados poderia ser errónea. Yin (2003) por seu lado, defende que é possível a realização de generalizações, desde que a investigação seja conduzida com rigor, e frisa que o tipo de generalização em causa diz respeito à teoria e não à população. Também Adelman et. al. (1976), citado em Nunan (1992, p. 78), afirma que os estudos de caso conduzidos de forma apropriada contribuem para a construção de uma base de dados que podem ser posteriormente reinterpretados por outros investigadores.

Uma segunda desvantagem apontada ao método de estudo de caso é a possibilidade de os investigadores realizarem interpretações parciais das suas observações ou dados recolhidos, focando-se sobre os dados que confirmam o seu quadro conceptual e ignorando aqueles que não se ajustam (Jackson, 2011).

Como vantagem é apresentado o facto de permitir conhecer pormenorizadamente uma situação, bem como a possibilidade de alteração dos métodos da recolha de dados e estruturação de novas questões de investigação a qualquer momento da investigação (Nunan, 1992). Particularizando o caso da investigação educativa, o estudo de caso permite obter uma compreensão teórica e profissional mais aprofundada de uma determinada situação, podendo ser usados como forma de conduzir e disseminar a investigação para que esta tenha impacto sobre a prática, bem como para refinar formas pelas quais se desenvolvem teorias com base na prática (Freebody, 2004). No que diz respeito à comunicação da investigação, Shkendi (1998, referido em Freebody, 2004), considera que o estudo de caso possui a vantagem de assumir um formato ‘narrativo’ que coincide com o formato em que os professores representam, para si próprios, o seu conhecimento profissional. Adelman et. al. (1976, citados em Nunan, 1992, p.78), consideram também que, ao contrário de outros métodos, o método de estudo de caso constitui uma ‘realidade forte’ e, como tal, existe uma maior probabilidade de os professores se sentirem identificados com os assuntos tratados. Os mesmos autores referem um outro aspeto a favor do método, que é o facto de este tender a representar uma multiplicidade de pontos de vista e de permitir interpretações variadas.

Existem diversas topologias de estudos de casos. Neste estudo referir-nos-emos à definida por Yin (2003). Segundo esta autora, os estudos de caso podem ser de três tipos: exploratório – aplicam-se quando se pretende definir as questões de estudo e hipóteses para um estudo subsequente ou quando a investigação não apresenta um conjunto claro de resultados; explicativo – procura responder a uma questão que visa explicar supostas relações causa efeito presentes na vida real; descritivos – descrevem de forma detalhada e holística o fenómeno bem como o contexto real em que aquele teve lugar.

A fase inicial desta investigação, em que as questões de investigação não se encontravam bem definidas, pode considerar-se como ‘exploratória’. A informação recolhida nesta primeira fase permitiu delinear os objetivos e questões investigativas do estudo e dar início a uma segunda fase. Esta segunda fase enquadra-se na categoria de método de estudo de caso descritivo, uma vez que se pretendia uma descrição pormenorizada e abrangente do caso, não havendo intenção de estabelecer relações de causalidade.

O método de estudo de caso é flexível no que diz respeito às técnicas que podem ser utilizadas, o que permite a recolha de informação diversificada a respeito da situação em análise, viabilizando o seu amplo conhecimento e caracterização. Assim, as técnicas empregues ao longo do estudo podem variar conforme os objetivos particulares de cada uma das suas fases.

1.2. O professor como investigador

1.2.1. Alteração do paradigma de investigação educacional

A respeito dos conhecimentos emanados desde a investigação educacional para a prática letiva, alguns professores afirmam que ‘muita da investigação universitária sobre educação apresenta resultados contraintuitivos que são inapropriadamente aplicados à sala de aula’ (Ray, 1992, p. 174-175). Uma das razões apontadas é a ênfase excessiva dessas investigações em abordagens quantitativas, motivadas por teorias, em detrimento de abordagens qualitativas, interpretativas e orientadas para a prática (1992). Estes estudos revelaram-se incapazes de representar a complexidade da vida de sala de aula tal como adultos e crianças a experimentam. Para muitos professores, estes estudos apresentam resultados, mas não significados. E, no fundo, são os significados e não os resultados, que fazem a diferença na

educação (Burton & Seidl, 2009, p. 197). Segundo Stenhouse (1985, referido em Ray, 1992), as escolas, ao privilegiarem a investigação universitária, e ao desvalorizarem o conhecimento empírico dos professores, criam uma maioria de professores regidos por conhecimento, e não servidos por ele.

Assim, começou-se a colocar-se em dúvida algumas das concepções-chave do paradigma positivista na investigação educacional que, segundo Ray (1992, p. 175) consideravam que ‘a investigação deve ser objetiva, controlada e descontextualizada; que a investigação é sempre motivada pela teoria e que deve ser generalizável, de forma a perpetuar a construção teórica; e que o conhecimento e a verdade existem no mundo e são passíveis de serem descobertas através da investigação’.

Torna-se, assim, necessário explorar paradigmas alternativos de investigação que permitam criar pontes entre as preocupações da investigação e os problemas da realidade da sala de aula. Assim, começou a constituir-se um novo conjunto de assunções antagónicas: ‘que a investigação deve levar em consideração o contexto em toda a sua complexidade, que a investigação deve servir sobretudo para informar e melhorar a prática e, paralelamente, para fazer avançar a teoria; que a investigação pode beneficiar bastante da análise do detalhe e do particular – uma sala de aula, ou mesmo um aluno – na busca por compreensão sobre ambientes de aprendizagem específicos; e que o conhecimento e a verdade em educação não são encontrados tanto por investigação objetiva como por investigação socialmente construída através da colaboração entre estudantes, professores e investigadores’ (Ray, 1992, p. 174-175).

À luz destas novas concepções, um professor que apenas reproduzia o conhecimento veiculado pelos meios de divulgação científica, ou que circunscrevia as suas práticas às orientações institucionais, limitava a dimensão dialética da construção do conhecimento com os seus alunos. Tornava-se assim necessário que os professores comessem a levantar as suas próprias questões acerca da sua prática e recolher evidências que lhes permitissem formular respostas; caso contrário, os professores ficariam para sempre sujeitos às orientações de outros com ‘melhor’ conhecimento do que eles próprios (Carr & Kemmis, 1986, citados em Atweh, 2004).

Assim, a mudança de paradigma deu origem a novas formas de investigação – uma das quais é a investigação-pelos-professores, que vem tentar não só ‘diminuir o fosso entre investigadores

e professores, mas também entre paradigmas quantitativos e qualitativos de investigação e ainda entre prática e teoria em educação’ (Ray, 1992, p. 174-175).

1.2.2. A investigação-pelos-professores

Partindo de uma perspectiva neo-Vigotskiana da aprendizagem, o conhecimento ou o significado são construídos socialmente e não meramente veiculados de mestre para aprendiz, pelo que estudantes ensinados e avaliados através de métodos tradicionais de ensino (estritos, uniformes, centrados no professor e visando essencialmente conteúdos em detrimento do desenvolvimento de competências), aprendem simplesmente a codificar o conhecimento culturalmente aprovado, limitando-se posteriormente a reproduzi-lo (Crawford & Adler, 1996, citados em Atweh, 2004). Este tipo de aprendizagem dos alunos é comparável à realizada pelos professores acerca do ensino, quando baseada exclusivamente na leitura de bibliografia sobre investigação educacional (2004). Por outras palavras, professores que baseiam a sua prática na literatura sobre educação, serão professores reprodutores.

A expressão ‘teacher researcher’ (aqui traduzido como investigação-pelos-professores) foi criada por Lawrence Stenhouse em 1960 (Ray, 1992). Vários autores consideram que a investigação-pelos-professores constituiu não apenas um método, mas algo mais abrangente – como um ‘movimento’ (Burton & Seidl, 2009, p.196; Ray, 1992, p.174-175), como uma perspectiva de investigação (May, 1982, referida em Burton & Seidl, 2009, p. 196) ou como uma ‘forma de pensar’ (Fleischer, 1995, p. 4).

Hopkins (1993, p.9, citado por Root, 2008, p.156) define a investigação-pelos-professores como ‘investigação na qual os professores olham de forma crítica para as suas salas de aula sobretudo com o propósito de melhorar o seu ensino e a qualidade da educação nas suas escolas’.

Cochran-Smith & Lytle (1990, citados em Ray, 1992, p. 173), por seu lado, definem-na como ‘investigação sistemática e intencional conduzida por professores, onde sistemática significa recolha metódica de dados, análise e comunicação, intencional significa planeados mais do que atividade espontânea; e investigação implica questionamento, postura reflexiva com vista ao ensino e à aprendizagem’.

Segundo Burton & Seidl (2009), a investigação-pelos-professores procura tornar visível o conhecimento que os professores frequentemente empregam de forma implícita. Assim, as questões deste tipo de investigação têm origem na experiência própria dos professores, visando sobretudo os problemas imediatos da sala de aula e possuindo um carácter altamente reflexivo (Cochran-Smith & Lytle, 1990; Henson, 1996 e Lytle & Cochran-Smith, 1994; McKernan, 1991, referidos em Root, 2008). Os resultados destas investigações tomam em geral a forma de conhecimento prático, tal como conhecimento processual ou narrativo (Connelly & Clandinin, 1995 e Elbaz, 1983, referidos em Root, 2008).

A análise destes dados não procura uma generalização, servindo sobretudo para exercer influência sobre a prática de um ou mais professores (Root, 2008). Todavia, e segundo a perspectiva de Lankshear & Knobel (2004) a investigação-pelos-professores não deve ficar confinada à investigação direta e imediata das salas de aula, isto é, os professores podem aprender muito ao informar e guiar a sua prática através da investigação histórica, antropológica, sociológica e psicológica, bem como trabalho teórico levado a cabo noutros lugares e épocas.

Além de contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem nas salas de aula (Cochran-Smith & Lytle, 1993, Fishman & McCarth, 2000, todos citados em Lankshear & Knobel, 2004), a investigação-pelos-professores ‘contribui para as experiências de dignidade e autoestima ao apoiar a sua capacidade para realizar juízos profissionais informados’ (Hopkins, 1993, citado em Lankshear & Knobel, 2004, p.4). Por outro lado, defendem Lankshear & Knobel (2004), os professores, enquanto profissionais, não se limitam a seguir prescrições e fórmulas estabelecidas desde cima, mas baseiam-se nas suas próprias capacidades e conhecimentos acerca do ensino para atingir objetivos democraticamente estabelecidos. Noddings (1992, citado em Atweh, 2004), afirma que o sentido de autonomia dos professores está relacionado com o seu entusiasmo no trabalho e com a sua performance. Atweh (2004) vai mais longe e afirma que as mudanças podem ser mais permanentes e efetivas se iniciadas e controladas pelos próprios professores, uma vez que estes não irão resistir a reformas quando são eles a escolher os aspetos da prática que necessitam de ser melhorados e quando podem controlar a direção dessa mudança. Alguns críticos da “teacher-research” consideram que as atividades de professor e de investigador se excluem mutuamente ou que são mesmo opostas. Os professores-investigadores, contudo, partem da premissa alternativa de que existe uma relação dialética entre ambas, informando-se uma à outra (Ray, 1992).

Este estudo desenvolveu-se no contexto de uma Prática de Ensino Supervisionada, pelo que o papel da investigadora foi, também, o de professora. Esta circunstância acrescentou dimensões à investigação: por um lado, a dimensão da prática e experiência direta dos efeitos das estratégias delineadas pela investigação, e, por outro, a dimensão da reflexão sobre a prática, não apenas desde a perspetiva da investigadora, mas também desde a perspetiva da professora. Não apenas devido a estas circunstâncias, mas também, como referido anteriormente, em virtude do enquadramento teórico adotado – a perspetiva construtivista da aprendizagem –, a metodologia ou movimento da investigação-pelos-professores pareceu adequada aos objetivos e contexto desta investigação.

Por fim, de que forma se relacionam o movimento de investigação-pelos-professores e o método de estudo de caso? Segundo Stenhouse (1983, p.21, citado em Nunan, 1992), a investigação-pelos-professores constitui um tipo de estudo de caso 'levado a cabo por professores que usam o seu estatuto participante como base para a construção de capacidades de observação e análise'.

Assim, o caso de estudo pode ser entendido como o método por excelência através do qual se concretiza a investigação-pelos-professores, embora esta possa ter consequências profissionais, sociais e políticas que extrapolam a sala de aula.

2. Recolha e análise de dados

As técnicas empregues na investigação-pelos-professores e no método de estudo de caso relacionam-se essencialmente com o paradigma qualitativo, que salienta a importância da descrição do contexto no qual os eventos naturais ocorrem. Uma vez que se pretende uma caracterização o mais completa possível da realidade em estudo, é conveniente que os instrumentos de recolha de dados sejam diversificados. Como tal, procurou-se, tanto quanto possível, recolher dados por diversas formas: observação, notas de campo, gravação áudio de aulas, recolha de perguntas escritas pelos alunos (em diferentes momentos) e recolha de textos escritos pelos alunos durante as aulas.

Ainda que os métodos empregues nesta investigação sejam essencialmente qualitativos, recorreu-se também a modos de análise de dados que se podem considerar qualitativos.

Tomámos esta opção ‘híbrida’ pois, tal como Lankshear & Knobel (2004, p. 7), pensamos que a utilização de métodos quantitativos ‘bem concebidos e bem executados’ pode enriquecer a investigação educativa em geral e a investigação-pelos-professores em particular, desde que a análise dos dados quantitativos não tenha a pretensão de extrair daqueles ‘verdades’ e ‘provas’, já que acreditamos que a realidade da sala de aula não pode ser reduzida a abstrações numéricas.

Assim, a par das interpretações dos dados de natureza qualitativa, foi também feita uma análise de cariz quantitativo, em uma das aulas, comparando o número de intervenções orais dos alunos com o número de questões escritas nas ‘Folhas de Questões’.

Em seguida apresenta-se uma breve descrição de cada um dos instrumentos utilizados na recolha de dados, bem como a forma como estes foram analisados.

2.1. Observação

A observação é uma técnica que pode ser classificada quanto ao grau de estruturação com que se apresenta (estruturada/não-estruturada) e quanto ao tipo de participação do observador na situação em estudo (observador participante/ não-participante) (Pardal & Correia, 1995). Segundo os mesmos autores, a observação não-estruturada é adequada a uma fase exploratória da investigação, como forma de preparar a estruturação da observação a realizar numa fase posterior. Assim, numa primeira fase deste estudo (que se estendeu entre Setembro de 2010 e de Fevereiro de 2011) realizaram-se registos não estruturados das observações das aulas das duas turmas. No que diz respeito ao papel do observador, foi adotado sobretudo o papel de um observador não-participante; houve contudo momentos, quando os alunos se encontravam em atividades de grupo, em que se propiciou a interação direta da investigadora com aqueles, quer em ajudas técnicas de manipulação de material, quer na explicitação de dúvidas. Esta observação mais próxima permitiu a recolha de dados importantes no que diz respeito à interação oral entre alunos e à capacidade de estes discutirem e solucionarem problemas a que o papel de observadora não-participante teria tornado mais difícil aceder. Este período inicial, em que a professora-investigadora desempenhou apenas o papel de observadora, liberta das preocupações que concernem à lecionação das aulas, permitiu um tempo de reflexão crucial sobre os acontecimentos da aula e as características da turma que o papel de professora, com a necessidade de gestão de aspetos muito variados (interações, conteúdos, tempos) torna mais limitado. Os dados recolhidos (de forma não estruturada)

neste período constituíram informação importante para a definição da questão de investigação e preparação do material a ser utilizado na segunda fase.

Se a observação não-estruturada tem interesse numa fase inicial, usá-la em exclusivo seria ‘simplificar a realidade’ pois ‘a observação estruturada - sistematizada - é a única que viabiliza o rigor na investigação, tornando possível o controlo de validade e limitando eventuais distorções na análise’ (Pardal & Correia, 1995, p. 50).

Assim sendo, numa segunda fase (correspondente ao período de 16 de Março a 27 de Abril de 2011) recorreu-se a outros meios técnicos para estruturar a observação (ex: gravação áudio das interações dos alunos), mantendo-se o registo não estruturado (anotações) das observações realizadas. A observação foi participante, o que naturalmente levanta a preocupação de ‘controlar a atuação do investigador, pois este, portador que é de uma cultura, pode deixar-se influenciar pelo conteúdo da mesma e, ao mesmo tempo, influenciar a descoberta das variáveis’ (Pardal & Correia, 1995, p. 50). Apesar de existir a possibilidade de enviesamento dos dados, a observação participante permite, geralmente, ‘um nível mais elevado de precisão na informação do que a observação não-participante’ (p. 50). A sua execução é, todavia, mais complexa devido a fatores como a dificuldade de ‘distinção de estatutos - de observador versus observado -, na diferenciação social de papéis - de fornecimento de informação versus captação de informação - e na aceitação cultural do observador pelo observado’ (p. 50).

Os observadores participantes, sobretudo aqueles que observam sozinhos, são especialmente vulneráveis à influência das suas perspetivas pessoais na análise do observado e/ou à tendência para focarem as suas observações naquilo que é dramático ou que desperta entusiasmo (Scott & Morrison, 2006), podendo descurar outros aspetos mais subtis da situação global. A utilização paralela de outros métodos de investigação e a prática da reflexão são sugeridas pelos mesmos autores como formas de minimizar aquelas debilidades. Neste estudo procurou-se desenvolver a prática da reflexão, bem como proceder ao registo áudio e à recolha de textos escritos como forma de complementar a técnica de observação participante.

2.2. Anotações de campo

As anotações de campo são importantes enquanto registo do desenvolvimento da investigação, sobretudo porque são realizadas *durante* aquela. Nesta investigação, as anotações

de campo foram utilizadas essencialmente na primeira fase do estudo, como apoio à observação não-participante. Na segunda fase do estudo, dadas as exigências do papel de professora, a quantidade do registado foi reduzida. Aquilo que as anotações de campo podem conter depende, naturalmente, do intuito do estudo. Porém, durante a fase inicial do estudo, ainda não existia um tópico de investigação definido; este seria definido precisamente com base nos dados recolhidos a partir da observação. Assim sendo, seguiu-se aproximadamente a abordagem nas três fases de Wolcott (1981, citado em Scott & Morrison, 2006, p.164) no que diz respeito ao foco de observação e ao conteúdo das anotações realizadas: observação global da situação em estudo; observação de nada em particular (sobretudo nos estádios iniciais); procura de paradoxos e problemas relativos ao grupo em estudo.

2.3. Gravações áudio

As gravações áudio são um instrumento de recolha de dados que permitem, segundo Everston & Green (1989, citados em Guerra, 2002), obter um registo não seletivo e permanente de acontecimentos ou fenómenos para estudo posterior à recolha de dados.

Nesta investigação, as gravações áudio foram transcritas, tendo servido como base para a análise das interações verbais entre alunos e alunos e professora-investigadora.

Este registo áudio teve o prévio consentimento dos alunos e seus encarregados de educação.

2.4. Recolha de questões escritas pelos alunos

Foram recolhidas questões escritas pelos alunos durante determinados momentos da aula. Estas questões foram posteriormente analisadas com vista à identificação de conhecimentos prévios dos alunos, dúvidas e lacunas de informação. O número de questões escritas por cada aluno foi ainda comparado com o seu número de intervenções orais para uma das aulas do estudo, tal como já foi referido anteriormente.

2.5. Recolha de textos escritos pelos alunos

Os textos produzidos pelos alunos no decorrer das aulas, e no âmbito de atividades propostas pela professora-investigadora, foram também recolhidos e analisados, com o objetivo de detetar eventuais dúvidas ou falhas de conhecimento, bem como obter indícios relativamente à eficácia da estratégia.

Capítulo IV

CONCEPÇÃO DO PLANO DE INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo será apresentada a estrutura, conteúdo e modo de implementação do plano de investigação.

A investigação teve início em Setembro de 2010 e estendeu-se até 27 de Abril de 2011. Durante este período são identificáveis duas fases diferentes:

Uma fase inicial (Fase I), que se estendeu do mês de Setembro ao mês de Fevereiro do ano letivo de 2010/2011.

Nessa fase foi levado a cabo um estudo exploratório, cuja finalidade era a de recolher informação para posterior formulação da questão de investigação. Estas informações foram recolhidas através da técnica de observação directa, tanto participante como não-participante.

Uma segunda fase (Fase II), que se desenrolou entre 16 de Março e 27 de Abril de 2011 sofreu duas interrupções: a primeira devida à realização de uma visita de estudo por ambas as turmas (no dia 23 de Março pela Turma A e no dia 5 de Abril pela Turma B) e a outra motivada pelas férias da Páscoa (período de 11 a 23 de Abril).

Nesta segunda fase da investigação foram aplicadas estratégias de valorização das ideias/questões dos alunos em quatro aulas, tendo por base as informações recolhidas na primeira fase. Os tópicos seleccionados foram: ‘Transformações Físicas e Químicas’, ‘Propriedades Físicas dos Materiais’ e ‘Separação de Misturas’.

As estratégias implementadas consistiram no seguinte:

1. Criação de momentos para a escrita de questões;
2. Criação de momentos de discussão em turma das questões escritas pelos alunos;
3. Criação de momentos de trabalho em grupo;
4. Criação de tarefas integrando questões de resposta aberta;
5. Criação de momentos de discussão em turma das propostas dos alunos para resolução das tarefas;
6. Incentivo à reformulação de respostas escritas pelos alunos;
7. Fornecimento de feedback escrito.

Antes de iniciar a aplicação das estratégias referidas anteriormente, a professora-investigadora fez uma pequena introdução explicando as principais razões para a utilização de algumas metodologias novas, nomeadamente a recolha das questões dos alunos por escrito (Folha de Questões). Esclareceu-se ainda a necessidade de registo das interações verbais, isto é, a utilização de gravadores áudio.

Foi então explicado à turma que a recolha de questões por escrito fora motivada pela constatação de que vários alunos da turma intervinham muito pouco na aula. Com a introdução de momentos para elaboração de questões procurava-se criar mais um espaço de participação alternativo à participação oral. No que diz respeito à gravação áudio, foi assegurada a confidencialidade da recolha de dados, e os alunos foram informados de que os dados recolhidos nas gravações não teriam influência na sua avaliação e de que estes seriam utilizados apenas como elemento de reflexão para o planeamento das aulas a lecionar posteriormente.

Por fim, com o objetivo de valorizar os conhecimentos anteriores dos alunos e de favorecer o estabelecimento de conexões entre estes e os novos conhecimentos, a introdução dos tópicos ‘Transformações Físicas e Químicas’ e ‘Propriedades Físicas dos Materiais’ iniciou-se com pequenas discussões, explorando as ideias pré-existentes dos alunos acerca daqueles assuntos.

Apresentam-se abaixo as várias estratégias que integram o estudo, seguindo, aproximadamente, a sequência cronológica da sua aplicação nas aulas.

1. Criação de momentos para a escrita de questões

Como vimos (Capítulo II), as questões que os alunos formulam podem ser de grande importância no processo de ensino/aprendizagem: podem ajudar a estabelecer a conexão entre o conhecimento anterior dos alunos e as novas informações, e assim, favorecer uma aprendizagem significativa (Chin & Brown, 2000); são essenciais para o desenvolvimento do pensamento crítico (Browne & Keeley, 1998, citados em Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, Teixeira-Dias & Watts, 2001) e permitem a resolução de problemas (Pizzini & Shepardson, 1991, e Zoller, 1987, citados em Chin, 2000). Porém, é um facto que os alunos não colocam muitas questões, o que se pode dever a bloqueios de cariz pessoal, social e psicológico (Pedrosa de Jesus, et. al, 2001). A formulação oral de uma questão na sala de aula pode, por exemplo, dar origem a sentimentos de exposição e vulnerabilidade, capazes de sobrepor-se à

curiosidade, dúvida, incerteza, e impedir o ato de questionar (Watts, et al., 1997) . Assim sendo, os alunos necessitam de sentir-se em segurança antes de arriscarem a formulação de alguma questão importante (1997).

As questões escritas podem configurar-se como um meio ‘seguro’ e privado de expor dúvidas e falhas no conhecimento, permitindo um tempo mais alargado de reflexão do que o discurso oral, pelo que Maskill & Pedrosa de Jesus (1997) e Silva (2002) sugeriram a realização de pequenas alterações ao plano e desenvolvimento das aulas para contemplar momentos exclusivamente dedicados à escrita de questões. Os mesmos autores sugerem a introdução de uma pausa durante a aula dedicada à escrita de questões, pois consideram que o desenvolvimento normal de uma aula não se revela particularmente propício à escrita de questões por parte dos alunos. A inclusão desta pausa revela-se particularmente importante quando se considera que a falta de tempo é um dos fatores apontado por vários autores (Chin & Brown, 2000; Dillon, 1988) para a não formulação de questões. Estas pausas poderiam realizar-se quando ocorresse uma mudança do foco da aula ou após abordagem de uma determinada ideia e antes de iniciar a abordagem da seguinte.

Outros estudos (Pedrosa de Jesus, et al., 2001; Teixeira-Dias, et al., 2005) e Neri de Souza (2006) recorreram a estratégias semelhante, tendo sido providenciadas folhas específicas para o registo de questões escritas.

Esta estratégia pareceu adequada a este estudo, como forma de estimular a participação dos alunos. Assim, foram elaboradas as ‘Folhas de Questões’ (ver Anexo A) – folhas destinadas exclusivamente à escrita das questões individuais dos alunos. Além disso, foi criado um momento específico da aula – uma pausa nas atividades da aula – exclusivamente dedicado à escrita de questões. Pretendia-se, assim, providenciar aos alunos o tempo necessário à reflexão que a formulação de uma ‘boa’ questão exige. Apesar da existência deste momento específico para a escrita de questões, os alunos foram encorajados a escrever questões sempre que o desejassem. Estas poderiam incidir sobre os tópicos abordados ou qualquer outro tópico de interesse dos alunos. Foi-lhes também explicado que poderiam continuar a colocar questões orais sempre que o desejassem.

2. Criação de momentos de discussão em turma das questões escritas pelos alunos

Esta estratégia foi dinamizada no sentido de valorizar as questões, que foram explicitamente integradas em aulas seguintes, enquanto elemento de discussão e sistematização de aprendizagens anteriores, bem como de criação de pontes para aprendizagens futuras. Para tal, as questões foram recolhidas e analisadas e, com base em dificuldades que estas manifestaram, foram planeadas atuações para as aulas seguintes.

3. Criação de momentos de trabalho em grupo

O paradigma construtivista da aprendizagem defende que o aluno torna significativas as informações de sala de aula através da ‘ação’ sobre essas mesmas informações (ver Capítulo II). Assim sendo, torna-se relevante não só proporcionar espaços de ‘ação’ aos alunos, isto é, espaços de ‘experimentação’ autónoma das informações/conteúdos/conceitos abordados na sala de aula, como também promover a interação do aluno com outros indivíduos. O trabalho de grupo parece configurar-se como uma forma de aliar estes dois interesses. Além disso, são-lhe reconhecidos grandes benefícios a nível educativo: (i) permite ao aluno expressar, confrontar, questionar e criticar ideias e, eventualmente, despertar a necessidade de reformular as suas estruturas conceptuais (Mason & Santi, 1998, citado em Murphy & Mason, 2006), (ii) ajuda a fomentar a consciência metaconceptual do aluno acerca da sua própria forma de interpretar o mundo (Murphy & Mason, 2006), (iii) contribui para aumentar a motivação cognitiva, isto é, o desejo de aprender mais, e de aprender melhor novos conteúdos (Hatano & Inagaki, 2003, citados em Murphy & Mason, 2006), (iv) confronta o aluno com as explicações dos seus pares, estimulando-o a revisitar ‘o seu próprio pensamento e confirmam ou reformulam as suas ideias acerca de um tópico’ (Gagnon & Collay, 2006, p.xix) e (v) promove a negociação de significados através da argumentação, contribuindo para a compreensão e partilha de explicações mais avançadas sobre os fenómenos (Mason, 1996a, 1996b, citado em Murphy & Mason, 2006).

Pelo acima exposto, considerou-se importante criar momentos de trabalho em grupo e, ainda, proporcionar estímulos à discussão de ideias entre pares. Assim, elaboraram-se as Tarefa I - «Estradas geladas» (ver Anexo B) e Tarefa II - «Separação de Misturas» (ver Anexo C), a resolver em grupo pelos alunos. Na secção seguinte apresenta-se uma breve descrição das mesmas.

4. Criação de tarefas integrando questões de resposta aberta

Os problemas do mundo real podem ser abordados de formas variadas e podem ter soluções variadas. Sendo um dos objetivos da educação a promoção de uma aprendizagem profunda, significativa, que serve não apenas à sala de aula, mas também à vida extraescola, torna-se necessário preparar os alunos para pensar sobre o mundo e os problemas complexos que lhe são inerentes. Estes podem ser abordados de formas variadas e compreender um leque de soluções, pelo que diferem grandemente dos problemas de sala de aula que visam, regra geral, obter respostas claras, inequívocas, únicas e, muitas vezes, previamente fornecidas.

As questões de resposta aberta podem exemplificar as características dos problemas do mundo real na medida em que existem muitas formas diferentes de as abordar e de lhes dar resposta (Lund & Kirk, 2010). Ainda, este tipo de questões permite aos alunos incluir as suas experiências anteriores na explicação fornecida, o que poderá dar origem a respostas mais ricas, significativas, e demonstrar um conhecimento amplo em torno dos conceitos da disciplina (2010). Uma outra vantagem deste tipo de questões é o facto de exigir aos alunos que justifiquem as suas respostas e expliquem a lógica que as sustenta, o que além de desenvolver a capacidade argumentativa permite aos professores ‘detetar aprendizagens incompletas, raciocínios errados, ou má compreensão dos tópicos em estudo’ (p. 98).

Assim, as tarefas elaboradas para resolução em grupo pelos alunos procuraram incluir questões de resposta aberta como forma de promover a discussão e permitir a formulação de hipóteses. Procurou-se, contudo, que algumas das questões fossem mais direcionadas, isto é, de resposta fechada, uma vez que estas permitiriam identificar eventuais lacunas a nível conceptual que dificultariam, necessariamente, o desenvolvimento de raciocínios e explicações para resposta às questões menos direcionadas.

Em seguida apresenta-se uma breve descrição de ambas as tarefas distribuídas aos alunos.

4.1. Tarefa I

Na Tarefa I - «Estradas geladas» era apresentada a situação de uma estrada gelada sobre a qual era espalhado sal. Pedia-se aos alunos que sugerissem uma possível explicação para aquela atuação e propusessem uma atividade experimental que lhes permitisse verificar se a explicação fornecida estava correta. Em seguida solicitou-se aos alunos que, com base nos resultados obtidos na atividade laboratorial, reformulassem a explicação fornecida inicialmente. O pedido de reformulação, por oposição ao de fornecimento de uma segunda explicação, exigia aos alunos uma reflexão sobre a sua resposta inicial e a tomada de decisão

sobre o que estava errado, incompleto ou correto e, finalmente, uma reestruturação da resposta. Permitir aos alunos reconstruírem as suas ideias por ajustes sucessivos, permitir-lhes errar e refazer é, também, uma forma de valorizar as suas ideias.

Por fim, era colocada uma última questão em que se pretendia que os alunos aplicassem as informações recolhidas durante a realização da atividade experimental a uma nova situação.

4.2. Tarefa II

Na Tarefa II - «Separação de Misturas» foram distribuídas a cada um dos grupos quatro misturas diferentes – açúcar e sulfato de cobre; farinha e limalha de ferro; água e acetona; água, areia e farinha – para as quais deveria ser sugerido um método de separação.

A atividade solicitava propostas de modos de separar os componentes das quatro misturas. Uma vez que os alunos não haviam sido previamente instruídos em processos de separação, era-lhes pedido que, conhecendo os componentes de cada mistura e, em alguns dos casos conhecendo as propriedades destas (solubilidade em determinados solventes e ponto de ebulição) explicassem formas de os separar, não lhes sendo contudo exigido que apresentassem o nome da respetiva técnica ou pormenores de execução.

As atividades propostas em ambas as tarefas visaram a estruturação geral de um raciocínio antes de abordarem os pormenores técnicos da parte prática, pois considera-se que o facto de os alunos estarem demasiado preocupados em seguir determinados procedimentos durante uma atividade pode impedi-los de pensar profundamente sobre o que estão a fazer e, conseqüentemente, de se interrogarem sobre a ação (Chin, 2001).

Pensou-se, também, que esta opção tornaria possível a construção de um conjunto de respostas mais variadas e criativas.

5. Criação de momentos de discussão em turma das propostas dos alunos para resolução das tarefas

Os momentos de discussão de turma foram introduzidos a meio das Tarefas I e II, constituindo uma pausa no trabalho autónomo dos grupos. Estes momentos serviram para elucidação de eventuais dúvidas que os alunos tivessem acerca dos assuntos e atividades da tarefa, discussão das respostas dos vários grupos, colocação de questões, contraste de propostas e escolha de uma para execução prática.

6. Incentivo à reformulação de respostas escritas pelos alunos

A teoria construtivista encara os erros como transitórios e benéficos (Villiers, 2006) e defende que os indivíduos podem aprender com aqueles (Squires & Preece, 1999, citado em Villiers, 2006). O erro pode ser entendido ‘como um estimulante positivo que cria desequilíbrio, conduzindo à reflexão e à reestruturação’ (Lebow, 1993, citado em Villiers, 2006) e ainda como a transição necessária para que as ‘crenças provisórias’ sejam desafiadas por novas informações e sofram alterações (Hannafin, 1992, citado em Villiers, 2006).

Assim, procurou-se dar aos alunos margem para explorarem e eventualmente, errarem, através das questões de resposta aberta. Por outro lado, procurou-se criar momentos de discussão em grupo onde fossem introduzidas as informações capazes de despertar a consciência de uma possível existência de desequilíbrio, seguida de reflexão e reestruturação. Por fim, estimulou-se os alunos a reformularem as suas respostas após os momentos de discussão em turma e realização prática das atividades da tarefa, como forma de promover a reflexão dos alunos sobre as suas explicações anteriores. Este pedido de reformulação teve um carácter mais explícito, sob a forma de questão, na Tarefa I; na Tarefa II não houve pedido explícito de reformulação. Todavia, os alunos sabiam que tinham a liberdade de reformular as suas respostas a qualquer momento.

Esta estratégia é ainda benéfica no que diz respeito à valorização das ideias dos alunos: a possibilidade de os alunos reformularem as suas explicações constitui, no fundo, uma oportunidade para que estas se tornem melhores, e constitui uma alternativa mais centrada no aluno, do que o seria a mera correção.

7. Fornecimento de feedback escrito

O feedback é descrito por Sadler (1989, citado em Nicol, 2011) como informação acerca da discrepância existente entre aquilo que o aluno fez (a performance do aluno) e aquilo que era esperado (os resultados da tarefa), isto é, constitui informação que procura ajudar o aluno a eliminar aquela discrepância.

Investigações acerca de feedback escrito revelam que os alunos valorizam comentários escritos ao seu trabalho (Weaver, 2006, citado em Nicol, 2011), desde que estes sejam claros, detalhados, e forneçam explicações quando são usados termos técnicos que possam não ser compreensíveis para os alunos (Nicol, 2011). Pode também ajudar se os professores

apontarem alguns exemplos juntamente com a resposta à qual o feedback se aplica, do que simplesmente comentar sem qualquer referente (2011).

Nesta investigação foi fornecido feedback escrito às respostas escritas pelos alunos às questões das Tarefa I e Tarefa II, atendendo às características acima identificadas: clareza, detalhe, inclusão de exemplos e referência explícita (por meio de sinais gráfico) à secção ou termos da resposta que o feedback visava.

No próximo capítulo será feita uma reflexão sobre as estratégias anteriormente descritas, tendo por base a análise dos dados recolhidos.

Capítulo V

O CASO

O caso constitui a unidade de análise na investigação de estudo de caso, e pode ser um determinado fenómeno, o papel desempenhado por um indivíduo, uma organização, entre outros, inserido num determinado contexto. Pode ter uma dimensão temporal (o tempo em que ocorre um fenómeno ou durante o qual os sujeitos são estudados) ou espacial (o local sobre o qual incide o estudo de caso) (Miles & Huberman, 1994). Assim sendo, começaremos por explicar o contexto do estudo de caso, delimitando, espacial e temporalmente o caso, e caracterizando os sujeitos que o integram.

O estudo desenvolveu-se durante a Prática de Ensino Supervisionada (PES) da professora-investigadora no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e Química, que teve lugar na Escola Secundária com 3º ciclo Dr. Jaime Magalhães Lima. Decorreu no período de 16 de Março e 27 de Abril de 2010 e incidiu sobre um conjunto de sete aulas de Ciências Físico-Químicas que foram lecionadas a duas turmas de 7º ano daquela escola - quatro aulas à Turma A e três aulas à Turma B. Os temas programáticos sobre os quais incidiram as aulas foram: ‘Transformações Físicas e Químicas’, ‘Propriedades Físicas dos Materiais’ e ‘Separação de Misturas’.

Como explicado anteriormente (ver Capítulo IV), durante aquele período foram identificadas duas fases distintas do estudo – uma fase exploratória e uma fase de implementação das estratégias. Durante a fase exploratória, as turmas tiveram aulas com um dos docentes da escola, que acumulava o papel de professor da turma com o de professor orientador da PES. Na segunda fase do estudo, as turmas tiveram aulas com a investigadora, que assumiu, durante aquele período, também o papel de professora da turma.

No que diz respeito às turmas, apresenta-se em seguida uma breve caracterização de ambas.

A Turma A era constituída por 28 alunos, com idades compreendidas entre os 13 e os 14 anos, dos quais 16 são raparigas e 12 são rapazes. Não sofreu alterações na sua composição ao longo do ano.

A Turma B, por seu lado, era constituída por 26 alunos, dos quais 19 eram raparigas e 8 rapazes, com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos. A composição da turma sofreu alterações com o decorrer do ano letivo.

Ambas as turmas eram bastante heterogéneas, com alunos provenientes de meios sociais diversos. Entre as duas turmas verificou-se uma diferença significativa no que diz respeito ao nível do aproveitamento escolar, sendo o da Turma A superior ao da Turma B, em média. A este respeito, há que referir que uma das alunas da Turma B foi identificada como possuindo necessidades educativas especiais, e que um dos alunos que veio integrar essa mesma turma no primeiro período, de nacionalidade chinesa, apresentava grandes dificuldades de compreensão da Língua Portuguesa, o que naturalmente se refletiu na sua capacidade de participar nas atividades das aulas.

Cada uma das turmas encontrava-se dividida em dois turnos (Turno 1 e Turno 2), tendo aulas em separado. Além disso, os grupos de trabalho de ambas obedeciam ao critério do aproveitamento escolar, isto é, os alunos pertencentes a um mesmo grupo possuíam níveis de aproveitamento idênticos.

Em anexo (ver Anexo D) apresenta-se um quadro-resumo das estratégias e instrumentos aplicados em cada uma das aulas para ambas as turmas.

Como já foi referido anteriormente, as várias estratégias de ensino-aprendizagem adotadas visaram uma abordagem de ensino coerente com a teoria construtivista de aprendizagem, que é defendida neste estudo. Em seguida procurar-se-á refletir sobre as estratégias implementadas com base nos dados recolhidos.

1. Criação de momentos para a escrita de questões

1.1. O instrumento de recolha das questões

A Folha de Questões sofreu alterações durante a investigação. Na primeira aula foi distribuída a todos os alunos uma folha de formato pequeno; na aula seguinte optou-se pela distribuição de uma Folha de Questões de formato A4 (ver Anexo A), por aluno, que serviria o conjunto das aulas, sendo recolhida no final de cada aula e distribuída no início da seguinte. Esta alteração teve como objetivo permitir aos alunos confrontarem-se com as questões escritas nas aulas anteriores e, possivelmente, permitir-lhes avaliar se haviam ou não encontrado as respostas para as mesmas, tal como referido por Pedrosa de Jesus, 1991. Foi evidente o efeito positivo desta opção: um dos alunos, por exemplo, procurou responder (a lápis, tom mais

claro) durante a aula às suas próprias questões escritas numa aula anterior (a caneta, tom mais escuro), como mostra a Figura 1.

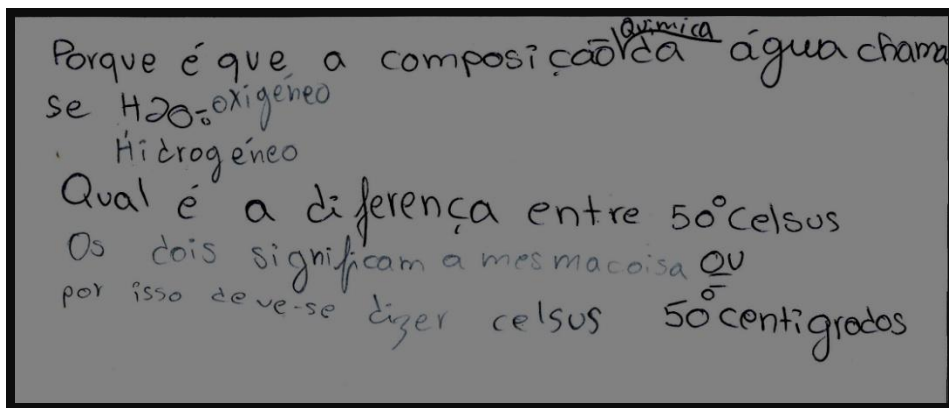


Figura 1 – Extrato da Folha de Questões A4 de um dos alunos

O confronto com as suas questões permitiu a este aluno monitorizar a sua própria aprendizagem. Seria um exercício interessante propor aos alunos que no fim das aulas lecionadas tentassem responder às suas próprias questões ou promover mesmo uma troca de Folhas de Questões entre os vários alunos, para que as questões a que o próprio autor não tivesse conseguido dar resposta pudessem ser eventualmente respondidas pelos colegas. Fica como sugestão para futuras aplicações desta estratégia.

1.2. O tempo para a formulação de questões

Na planificação inicial da estratégia 'Introdução da Folha de questões' previa-se, em todas as aulas, um momento exclusivamente para a escrita de questões. Durante a sua implementação, porém, não foi possível realizar esta intenção em todas as aulas, sobretudo devido ao facto de os momentos de trabalho em grupo se terem estendido para além do esperado. A decisão de suprimir o momento de escrita de questões em detrimento da conclusão das atividades relacionadas com a resolução das Tarefa I e II, justificou-se com base em três razões: a primeira relacionada com as expectativas dos alunos, que haviam desenvolvido propostas de resolução das tarefas com a garantia da 'recompensa' da execução prática; a segunda era a constatação de que as respostas escritas às questões das tarefas, constituiriam, também elas, dados importantes para compreender o raciocínio dos alunos; a terceira era o facto de as

referidas tarefas visarem a exploração de conteúdos programáticos que não deveriam ser ignorados.

Apesar de tudo, a Folha de Questões foi distribuída em todas as aulas, tendo-se encorajado os alunos a escrever questões sempre que o desejassem. Nos Quadros 1 e 2 apresenta-se o número de questões escritas pelos alunos de cada turma, em cada uma das aulas lecionadas. As datas a sombreado referem-se a aulas em que todos os alunos da turma dispuseram de um período de tempo para a escrita de questões.

Quadro 1 - Número de questões escritas pela Turma A em cada aula

	Turma A			
Aula	16 de Março	30 de Março	6 de Abril	27 de Abril
Nº de questões escritas	37	7	1	1

Quadro 2 – Número de questões escritas pela Turma B em cada aula

	Turma B		
Aula	22 de Março	29 de Março	26 de Abril
Nº de questões escritas	49	1	8

Nas aulas de 16 e 22 de Março existiu um período de cerca de 6 minutos para a formulação de questões. Na aula de 30 de Março esse período foi mais curto (cerca de 3 minutos). Na aula de 26 de Abril, os alunos que haviam terminado a resolução da Tarefa II foram encorajados a escrever questões no tempo que restava para o final da aula, pelo que alguns alunos da turma dispuseram de um tempo específico para a elaboração de questões.

Nas restantes aulas não houve qualquer momento destinado especificamente à escrita de questões.

A comparação entre o número de questões escritas pelos alunos nas aulas que incluíram pausa com as que não incluíram, permitiu chegar a algumas conclusões importantes.

Constata-se que nas aulas em que não existiu pausa, o número de questões foi significativamente menor. Estes dados estão de acordo com o defendido por autores como Chin (2001) e Dillon (1986), que afirmam que a formulação de questões exige tempo, sobretudo a formulação de boas questões, bem como corroboram a necessidade de encorajamento explícito à formulação de questões através da inclusão no plano de aula de atividades orientadas nesse sentido.

Os dados revelam ainda que, apesar de não existir um momento destinado à escrita de questões nas aulas de 29 de Março, 6 e 27 de Abril, três alunos tomaram a iniciativa de escrever questões, o que de certa forma pode ser interpretado como uma valorização da estratégia por parte desses alunos.

1.3. Caracterização das questões recolhidas

Nas sete aulas foi possível recolher um conjunto de 105 questões (ver Anexo E), as quais variaram bastante, tanto na forma como no conteúdo. No que diz respeito à forma, a maioria apresentava-se sob a forma interrogativa, como por exemplo,

Por que é que ao nível do mar a pressão é maior?

O que é ebulição?

Porque é que os barcos no fundo do mar vão sendo destruídos lentamente?

Foi também possível identificar algumas que se apresentavam sob a forma afirmativa. Por exemplo:

Não percebi o fenómeno da vaporização, sei que o ponto de ebulição acontece aos 100°C, mas não percebi mais nada para além disso.

Não percebi quando a professora esteve a explicar a parte do vapor de água.

Estas afirmações podem ser considerar como questões, na medida em que solicitam uma ação por parte do interlocutor, neste caso, a professora-investigadora: nos exemplos apresentados estão subentendidos pedidos de informação relacionados com o fenómeno da vaporização.

No que diz respeito ao conteúdo das questões, o espectro é variado.

Diversos autores (citados em BerryHill, 2005) que realizaram estudos focados nas questões dos alunos, afirmam que estas tendem a ser de baixo nível cognitivo (White & Gunstone, 1992; Pedrosa de Jesus & Maskill, 1990), pouco profundas, factuais, e visando respostas curtas, geralmente acerca dos conteúdos da aula e interpretação de material (Graesser & Person, 1994); ainda, as questões que exigem imaginação, reflexão e compreensão são descritas como extremamente raras (Chin et. al., 2002).

O conjunto de questões recolhido enquadra-se no quadro descrito por estes autores, uma vez que grande parte destas eram factuais e diziam respeito a conceitos ou termos utilizados na aula. Houve, porém, algumas mais elaboradas, que estabeleciam relações entre o aprendido na aula e conhecimentos anteriores dos alunos, ou que colocavam hipóteses e imaginavam cenários como forma de ‘testar’ as matérias abordadas. Em seguida serão apresentados alguns exemplos destes vários tipos de questões.

Para percebermos melhor como é que estas se distribuem, recorreremos à taxonomia de questões construída por Pedrosa de Jesus et. al. (2004, citados em Watts & Pedrosa de Jesus, 2005) e procurámos identificar questões pertencentes a diferentes categorias. Não pertencendo ao âmbito deste estudo a análise da semântica das questões, apresentam-se alguns exemplos, apenas como forma de fornecer uma ideia da diversidade encontrada.

A grande maioria das questões poderia enquadrar-se na categoria ‘questões de aquisição’, isto é, questões que estão relacionadas com ‘lacunas simples no conhecimento’, ‘esclarecimento de factos’, ‘confirmação de explicações ou clarificação de conceitos’ (Watts & Pedrosa de Jesus, 2005, p.439). O Quadro 3 mostra alguns exemplos deste tipo de questões.

Quadro 3 - Exemplos de ‘questões de aquisição’ escritas pelos alunos

Como saber se a transformação é química ou física?

Quais são os fatores que influenciam os diferentes estados físicos das moléculas de água?

Como se distingue o metal de uma liga?

Como é que se chama o símbolo da temperatura θ ?

O que é um reagente?

Identificaram-se, também, algumas ‘questões de especialização’, isto é, questões que vão para além de uma procura de informação inicial e que tentam estabelecer relações dentro de um determinado domínio para compreender e interpretar assuntos específicos de forma a relacioná-los com padrões significativos (p. 439). O Quadro 4 mostra alguns exemplos deste tipo de questões.

Quadro 4 – Exemplos de ‘questões de especialização’ escritas pelos alunos

Se a água estava em contacto com a eletricidade porque é que a “sôra” quando meteu lá a mão não apanhou nenhum choque?

Na experiência do balão se deixássemos durante muito tempo rebentava?

As ‘questões de integração’ dizem respeito à reorganização de conceitos em novos padrões, formulando hipóteses para novas aplicações ou princípios, tentando reconciliar entendimentos, resolvendo conflitos, ou explorando ideias complexas e suas consequências (p. 439). O Quadro 5 mostra alguns exemplos deste tipo de questões.

Quadro 5 - Exemplos de ‘questões de integração’ escritas pelos alunos

Quando a água passa ao estado gasoso esta dispersa-se na atmosfera? Se sim, podemos afirmar que um cubo de gelo é criado através da água líquida que veio do estado gasoso de inúmeros lugares?

Se a água se modifica no seu estado físico (com muito calor evapora e com muito frio solidifica) porque é que no Inverno que está muito frio há mais nuvens?

Não foi encontrado nenhum exemplo de ‘questões reflexivas’ - aquelas que ‘resultam de uma significativa *contemplação interna*, tendendo a exprimir opiniões, sentimentos, crenças ou assuntos exigentes’ (p. 439), e que correspondem, segundo esta taxonomia, a um nível cognitivo mais elevado.

Vários autores afirmam que a habilidade para colocar questões, e nomeadamente questões de elevado nível cognitivo, pode ser desenvolvida. Por exemplo, BerryHill (2005), cita Krajcik, et

al. (1998) quando afirmam que a capacidade de formular boas questões é resultado da experiência em formular questões e também Roth & Roychoudhury (1993) quando referem que as questões dos alunos se tornam mais específicas ao longo do tempo.

Assim, o facto de os alunos nunca terem contactado com estratégias especificamente direccionadas para a formulação de questões, poderá ter contribuído para o baixo nível cognitivo da generalidade das questões. Outro fator a ter em consideração é o nível de conhecimento dos alunos relativamente aos tópicos abordados. Quando o conhecimento dos alunos acerca de um determinado tópico é reduzido, as questões colocadas tendem a ser de baixo nível cognitivo, o qual aumenta à medida que os alunos adquirem uma maior compreensão do tópico (BerryHill, 2005). Isto é, quando desconhecem os assuntos, os alunos formulam questões que lhes permitem recolher informações básicas e rápidas acerca do tópico em questão. Uma vez em posse dos conceitos básicos do tópico, os alunos tornam-se depois capazes de estender a sua compreensão conceptual e, por conseguinte, de formular questões mais complexas.

O conjunto reduzido de aulas lecionadas a cada turma (três aulas na Turma B e quatro aulas à Turma A), e o facto de em todas elas terem sido abordados novos conceitos, poderá não ter permitido o período de tempo necessário ao amadurecimento dos temas por parte dos alunos, contribuindo para o tipo de questões formulado.

1.4. Alguns assuntos visados nas questões escritas

Em algumas das aulas, um número significativo de alunos colocou questões relativas a um mesmo tópico. Nas duas aulas do dia 30 de Março, lecionadas aos dois turnos da Turma A, quatro das sete questões escritas nas Folhas de Questões relacionavam-se com o fenómeno da sublimação (Quadro 6).

Quadro 6 – Questões escritas pelos alunos sobre o fenómeno de sublimação

Como é que do estado sólido passa para o gasoso e vice-versa?

Como é que o gelo passa diretamente para o estado gasoso?

Como é que o gelo passa para vapor de água sem passar pelo estado líquido e vice-versa?

Como é que o estado sólido passa para gasoso e vice-versa sem passar pelo estado líquido?

Nas duas aulas do dia 26 de Abril, lecionadas aos dois turnos da Turma B, quatro das nove questões escritas nas Folhas de Questões relacionavam-se com a técnica de separação de misturas *destilação fracionada* (Quadro 7).

Quadro 7 – Questões escritas pelos alunos sobre a técnica de destilação fracionada

Não percebi o processo de filtração fracionada, principalmente no tubo fracionado, quer dizer, a água sobe nesse tubo e depois desce na forma de vapor?

Não percebi bem a destilação fracionada.

Não percebi muito bem como se realiza a destilação fracionada.

Não percebi muito bem o processo “Destilação fracionada.

O facto de vários alunos escreverem questões idênticas leva a presumir que a forma como os tópicos em questão foram abordados foi pouco eficaz. É de notar, porém, que estas dúvidas não se manifestaram oralmente durante a aula, o que vem corroborar a ideia de que os alunos podem ter dúvidas e não as expor (Graesser & McMahan, 1993, citados em Watts & Pedrosa de Jesus, 2005), existindo para tal motivos diversos como inibição, medo de errar, dificuldade na formulação daquelas, entre outras.

Outra constatação que corrobora outra ideia é o facto de algumas das questões recolhidas dizerem respeito a matérias lecionadas em aulas anteriores (Quadro 8), existindo um intervalo de pelo menos duas semanas entre a abordagem dos conteúdos e a escrita das questões.

Quadro 8 – Questões escritas pelos alunos relativas a matérias anteriores

Não percebi a diferença entre as misturas homogéneas e misturas coloidais.

A diferença entre soluções aquosas e soluções líquidas.

Como se faz o cálculos para a concentração mássica do soluto ou do solvente?

Estas questões revelam que os alunos podem permanecer com dúvidas durante períodos de tempo mais alargados do que os da aula, e não as exporem. A este respeito, há que notar que

os alunos de ambas as turmas têm aulas de apoio à disciplina destinadas à exploração das suas dúvidas e dificuldades, e que dispõem de um contacto de correio eletrónico para comunicarem com os professores. Torna-se assim evidente a importância da utilização de ‘ferramentas’ alternativas à expressão oral para obter feedback por parte dos alunos relativamente à sua aprendizagem.

1.5. Participação oral e participação escrita

Um dos objetivos da introdução do momento para a escrita de questões foi o de fomentar a participação de todos os alunos na aula, dado que a observação levada a cabo durante a primeira fase do estudo permitira identificar casos de alunos que raramente ou nunca participavam.

Como forma de avaliar a eficácia da estratégia, comparou-se o número de intervenções orais (ver Quadro 9) e de questões escritas (ver Quadro 10) por cada um dos alunos para a primeira das aulas lecionadas a ambas as turmas, isto é, as aulas de 16 e 22 de Março. Uma vez que, devido a uma falha técnica, não foi possível gravar a interação oral de um dos turnos da Turma A, esta análise dirá respeito a ambos os turnos da Turma B e ao Turno 1 da Turma A.

Dado o enquadramento teórico desta investigação, que assenta sobre uma perspetiva de ensino centrada no aluno, considerou-se relevante distinguir, de entre a totalidade de intervenções orais dos alunos, as intervenções espontâneas, formuladas por iniciativa própria, daquelas que decorreram de uma solicitação explícita da professora-investigadora. Enquanto as primeiras manifestam um desejo voluntário do aluno em interagir com a professora-investigadora ou com a turma, as segundas assumem, de certa forma, um carácter de ‘obrigatoriedade’, dada a autoridade que o papel do professor representa, a nível institucional, face ao aluno. Esta distinção é ainda relevante na medida em que a intervenção espontânea implica uma atuação do aluno na construção do seu conhecimento, na procura da informação de que necessita para estabelecer a conexão entre aquilo que já sabe e aquilo que quer compreender; corresponde a uma atitude ativa por oposição à postura passiva daquele que se limita a responder ao que lhe é perguntado.

Tendo por base estas considerações, as intervenções dos alunos foram catalogadas como *solicitadas* ou *não solicitadas*. Foram consideradas *intervenções não solicitadas* aquelas em que o aluno coloca uma questão espontaneamente ou responde a uma questão do professor que não lhe

era explicitamente dirigida. Foram consideradas *intervenções solicitadas* aquelas em que o aluno participa oralmente como consequência de uma interpelação direta do professor.

Procedeu-se a uma seleção posterior de entre as intervenções não-solicitadas, não tendo sido contabilizadas as que diziam respeito a intervenções não completamente formuladas ou a intervenções de gestão da aula, não se relacionando com os temas da disciplina. A designação *Número Total de Intervenções Oraís* no Quadro 9 diz portanto respeito a todas as intervenções que satisfazem os critérios de seleção descritos.

Quadro 9 – Intervenções orais dos alunos

	Turma A	Turma B	
	Turno 1	Turno 1	Turno 2
Número Total de Intervenções Oraís	77	156	136
Número total de alunos	14	13	13
Número de alunos que não fizeram nenhuma intervenção	5	3	4
Média de intervenções orais não-solicitadas por aluno	5,5	12,0	10,4

Quadro 10 - Questões escritas pelos alunos

	Turma A	Turma B	
	Turno 1	Turno 1	Turno 2
Número Total de Questões Escritas	25	28	21
Número total de alunos	14	13	13
Número de alunos que não escreveram nenhuma questão	1	0	2
Média de questões por aluno	1,8	2,1	1,6

A análise dos Quadros 9 e 10 permite constatar que o número de alunos que participaram escrevendo questões foi, em todos os casos, superior ao número de alunos que intervieram oralmente. Esta constatação sugere que a introdução de um momento específico para formulação de questões poderá contribuir para o aumento da participação dos alunos.

O facto de alguns alunos apresentarem uma predisposição menor para participar oralmente do que por escrito poderá estar relacionado com os aspetos salientados na literatura: o receio da exposição ante os colegas, o medo de errar, e, no que concerne às questões, a dificuldade de formular questões no período de tempo mais curto que caracteriza as interações verbais, podendo justificar as diferenças observadas entre um e outro tipo de intervenção (Graesser & McMahan, 1993).

2. Discussão em turma das questões escritas, respostas escritas e interações verbais dos alunos

Como já referimos, as questões dos alunos foram recolhidas no fim de todas as aulas e lidas antes do início da aula seguinte. Procurou-se interpretar as questões dos alunos como forma de tentar compreender raciocínio dos alunos, as suas dúvidas e eventuais falhas de conhecimento. Estas constituíram alvo de reflexão, tendo sido planeados modos de atuação para as aulas subsequentes, com vista a dar resposta às necessidades encontradas.

Um dos modos de atuação passou pelo uso explícito dessas mesmas questões como ponto de partida de discussões que visassem esclarecer as dúvidas, bem como abordar as informações/conceitos em falta.

Foram também promovidas discussões em turma motivadas pelas interações verbais dos alunos e as suas respostas escritas, pois, ao longo das aulas, foram sendo detetadas expressões verbais e escritas erradas, comuns a vários alunos, tornando necessária uma atuação por parte da professora-investigadora. Dados os objetivos da investigação, pareceu pertinente partir dessas mesmas expressões para clarificar esses assuntos na sala de aula.

Dada a quantidade de questões, respostas escritas e interações verbais produzidas pelos alunos, tornou-se necessária a definição de critérios de seleção das mesmas, uma vez que os constrangimentos de tempo impossibilitariam a discussão de todas. A escolha baseou-se assim em duas razões: o número de alunos que produziu uma questão/resposta/expressão oral semelhante e a relevância da questão/resposta/expressão oral para a sistematização das matérias programáticas.

Em seguida é feita uma reflexão sobre alguns momentos de discussão (ver restantes no Anexo F). Estes momentos foram agrupados em função dos conceitos/assuntos envolvidos: (i) pressão, (ii) ponto de fusão e ponto de ebulição, evaporação e ebulição, (iii) a sublimação, (iv) o princípio da conservação de massa e (v) diferentes propriedades de misturas e substâncias.

- (i) Duas das questões escritas em ambos os turnos da Turma B na aula de 22 de Março incidiram sobre o conceito de pressão:

Não percebi a explicação das pressões.

Não percebi muito bem aquela parte da matéria da pressão.

Também na Turma A haviam sido detetadas dificuldades na compreensão deste conceito nas interações verbais de alguns alunos, sendo provável que outros não o tivessem compreendido, apesar de não terem formulado nenhuma questão que se lhe referisse. Com base nesta conjectura, considerou-se pertinente a revisão deste conceito na aula de 22 de Março (ver Quadro 11). O ‘mote’ para tal foi a seguinte questão de um aluno da Turma B, conjuntamente com a revisão do observado na reação da termólise do hidrogenocarbonato de sódio na aula anterior:

Na experiência do balão se deixássemos durante muito tempo rebentava?

Quadro 11 – Discussão da questão anterior no Turno 2 da Turma B

P: Lembram-se da reação química que vimos na última aula, que ocorria por ação do calor?

A22: Era a do fermento!

P: Ah, ainda se lembram! Sim, era essa mesmo, a reação de decomposição do hidrogenocarbonato de sódio, que é um constituinte do fermento. E quais eram os produtos dessa reação?

A20: Água.

P: Sim, e mais?

A25: O gás dióxido de carbono.

P: Muito bem! E como é que vocês... que evidência tínhamos de que se formava esse gás?

A18: O balão inchava!

P: Sim, por essa razão é que colocámos o balão no matraz, não foi?, para detetar a formação de gás. Agora, uma das questões escritas por um aluno aqui da turma foi «*Na experiência do balão se deixássemos durante muito tempo rebentava?*». O que acham?

A18: Eu acho que rebentava.

A20: Era preciso muito gás.

P: Eventualmente podia rebentar, caso a pressão que as partículas do gás exercessem sobre a parede do balão fosse muito grande. Ainda se lembram do que era pressão?

[...]

A: (...).

P: Tínhamos visto que era uma força exercida sobre uma determinada área. Aqui neste caso, é a força, a força exercida pelas partículas de gás quando chocam contra, imaginem, um centímetro quadrado da borracha do balão. Quanto maior o número de partículas, maior é, maior é a força por centímetro quadrado, ou seja, maior a pressão.

A17: E quanto maior a pressão mais estica! É?

P: Exatamente! A pressão pode chegar a ser tanta que a borracha do balão já não consegue esticar mais e o balão rebenta.

A18: Eu bem disse que rebentava!

[...]

A escolha desta questão em particular para reabrir esta discussão foi motivada por considerarmos que a referência a uma situação concreta (a reação de termólise do hidrogenocarbonato de sódio) em que fosse visível o efeito do aumento de pressão facilitaria a compreensão deste conceito um pouco complexo e abstrato para os alunos. Confirma-se, assim, que as questões dos alunos podem ser integradas no plano da aula e permitir a explicação de dúvidas e a revisão de conceitos.

(ii) Ponto de fusão, ponto de ebulição, evaporação e ebulição

Quatro das questões escritas pelos alunos da Turma A, nas aulas de 16 de Março, relacionavam-se com os conceitos de ponto de fusão e de ebulição:

O que é ponto de fusão e ponto de ebulição?

Eu não percebi bem a tabela sobre o ponto de fusão e de ebulição.

O que é a temperatura de fusão?

O que é ebulição?

Assim, pareceu relevante explicar novamente estes conceitos na aula seguinte (ver Quadro 12), promovendo uma pequena discussão na turma. Uma vez que a resposta à questão da Tarefa I - «*Por que razão a água se encontra no estado sólido?*» requeria a compreensão do conceito de ponto de ebulição, utilizou-se a resposta fornecida pelo grupo de alunos A3, A4 e A7 como ponto de partida:

A3, A4 e A7: A razão pela qual a água se encontra no estado sólido é porque a temperatura ambiente é de 5°C negativos.

Como apoio à discussão foi ainda utilizada uma tabela com uma lista de várias substâncias e respetivos pontos de fusão e de ebulição. Em seguida apresentam-se as interações verbais relativas à exploração desta resposta (Quadro 12):

Quadro 12 - Discussão da resposta dos alunos A3, A4 e A7 no Turno 1 da Turma A

P: Na Tarefa I tinham uma questão que era «Por que razão a água se encontra no estado sólido?». Um dos grupos escreveu esta resposta: «A razão pela qual a água se encontra no estado sólido é porque a temperatura ambiente é de 5°C negativos.». Isto significa que quando estão menos quatro graus celsius, a água já não se encontra no estado sólido?

A4: Não, encontra-se. É se forem temperaturas negativas.

P: Ou seja, a qualquer temperatura abaixo de zero graus celsius.

A3: Sim, tem que estar abaixo do ponto de fusão da água.

P: Ah, isto foi o que faltou à maior parte das respostas! Vejam bem, imaginem que aqui na sala estão 15°C. Por que razão o cloreto de sódio se apresenta no estado sólido e a água no estado líquido? Olhem lá para a tabela.

A2: Porque a temperatura para...derre..., para fundir o cloreto de sódio é só aos 801°C.

P: Indiquem uma substância que se encontre no estado gasoso.

A9: O oxigénio.

P: E a justificação...

A9: Porque o ponto de ebulição do oxigénio é menos que a temperatura que está... a que estamos na sala.

P: Muito bem! Há dúvidas?

T: Não.

(...)

A utilização da resposta daquele conjunto de alunos (A3, A4 e A7) como extensão à discussão do conceito de ponto de ebulição constituiu uma valorização das ideias dos alunos na medida em que as tornou objeto de reflexão e aprendizagem da aula. É de notar que o aluno A3 foi capaz de corrigir a sua própria resposta com facilidade. Este dado sugere que o raciocínio dos alunos pode ser correto e a resposta escrita não refletir toda a riqueza do seu pensamento.

(iii) A sublimação

Quatro das sete questões escritas pelos alunos da Turma A na aula de 30 de Março aludiam a mudança do estado sólido para o estado gasoso, isto é, ao fenómeno da sublimação, introduzido nessa aula:

A6: Como é que do estado sólido passa para o gasoso e vice-versa?

A7: Como é que o gelo passa diretamente para o estado gasoso?

A8: Como é que o gelo passa para vapor de água sem passar pelo estado líquido e vice-versa?

A14: Como é que o estado sólido passa para gasoso e vice-versa sem passar pelo estado líquido?

Na aula seguinte (aula de 6 de Abril) foi utilizada uma esfera de naftalina para ilustrar o fenómeno da sublimação, tentando-se esclarecer as dúvidas apresentadas através de uma discussão de turma (Quadro 13).

Quadro 13 – Discussão do fenómeno de sublimação no Turno 1 da Turma A

P: Na última aula estive a ler as vossas questões e vi que havia muita gente intrigada com o fenómeno da sublimação. É estranho como é que do estado sólido se pode passar diretamente para o estado gasoso, não é? Por isso hoje trouxe-vos uma substância que todos conhecem e que sublima facilmente.

A6: É um rebuçado!

A7: É uma pastilha para pôr na máquina de lavar.

P: Bem, se calhar já não é muito usado. Nunca viram estas bolinhas nos armários da roupa?

A4: Aaaah, já sei!

P: Usa-se contra as traças... e contra outros insetos e chama-se naftalina. Ok, a naftalina é o exemplo de uma substância que passa diretamente do estado sólido ao estado gasoso. E como não passa pelo estado líquido, não deixa manchas nas roupas, por isso é que a podemos deixar nos armários. O cheiro que a naftalina liberta afasta os insetos que roem a roupa, não é? Bem, que evidência é que temos de que a naftalina está a passar ao estado gasoso?

A6: Vai desaparecendo.

A2: O quê?

P: A bolinha de naftalina vai ficando mais pequena, sim, e mais? Existe outra evidência.

A: (...)

P: O cheiro! Se eu deixar esta bolinha durante algum tempo aqui na sala, se a deixar aqui neste cantinho, daqui a algum tempo o aluno A9 já... será capaz de sentir o cheiro a naftalina ali ao fundo, do outro lado da sala. Por que será? O que acham que acontece?

A1: Porque enquanto... as, a naftalina vai transmitindo...as suas partículas.

A2: Porque vai passar para o ar.

A: (...)

P: Porque ocorreu a sublimação!, parte das moléculas de naftalina passaram do estado sólido ao estado gasoso, não é? Atenção, não ocorreu uma, como é que disseste A1?, uma... uma transmissão de partículas, mas sim uma mudança de estado de algumas das partículas da naftalina – do estado sólido para o estado gasoso. As moléculas da naftalina terão maior mobilidade em qual dos estados físicos – no estado sólido ou no estado gasoso?

A1: No estado gasoso.

A8: Sólido.

A6: No gasoso!

P: Têm maior mobilidade no estado gasoso e conseguem ir desde aqui até ao nariz do aluno A9!

T: [risos].

P: Esta é uma evidência de que houve uma mudança de estado. Mas... em nenhum momento vemos naftalina no estado líquido, verdade?

A7: Pois não.

P: É por essa razão que se usa para afastar as traças da roupa, porque o facto de nunca se encontrar no estado líquido evita que deixe manchas na roupa.

Consideramos que esta discussão, motivada pelas questões escritas pelos alunos, terá contribuído não só para uma melhor compreensão do fenómeno da sublimação, como também para detetar novas dificuldades e atuar sobre elas: o fenómeno da mudança de estado pareceu não estar ainda completamente claro para todos alunos, nomeadamente para o aluno A1, que se referiu à mudança de estado sólido para estado gasoso como uma *transmissão de partículas*. Identificado este problema, foi possível fornecer-lhe feedback adequado, que poderá ter contribuído para uma melhor compreensão do fenómeno por parte desse aluno e, eventualmente, de outros alunos com ideias semelhantes.

(iv) O princípio da conservação da massa

Na aula de 16 de Março lecionada à Turma A foram detetados problemas no que diz respeito a expressões verbais como ‘desaparecimento de substâncias’, quer nas transformações físicas quer nas transformações químicas. A questão escrita pelo aluno A6 da Turma A na Folha de Questões - *A quantidade de água continua a ser a mesma quando passa de um estado para o outro ou vai desaparecendo a água?* - foi utilizada nesta aula como forma de abordar os problemas identificados (ver Quadro 14) .

Quadro 14 - Discussão da questão do aluno A6 no Turno 2 da Turma A

P: Agora, outra questão...Havia uma aluna que tinha perguntado se a quantidade de água muda quando essa água passa de um estado para o outro ou se a água vai desaparecendo. Quem é que quer responder a esta dúvida?

(...)

A26: Eu acho que continua a ser a mesma.

P: Achas que continua a ser a mesma. Há mais opiniões?

A27: Se tivermos uma... uma caixa fechada com um cubo de gelo lá dentro e formos aumentando a temperatura, ele derrete e passa depois ao estado gasoso, mas a quantidade de água dentro da caixa continua a ser a mesma.

P: Exato, a quantidade de água continua a ser a mesma. Mas e se a caixa estiver aberta?

A28: O quê?

P: E se a caixa estiver aberta?

A17: Ahmm, a... a água vai-se espalhar, não é?, mas a quantidade de água continua a mesma.

P: Exato, a água no estado gasoso vai abandonar a caixa, mas a massa de água que ainda está dentro da caixa, mais a massa de água no estado gasoso que entretanto saiu da caixa é igual à massa inicial de água que estava na caixa.

A24: (...)

P: Sim A24?

A24: A quantidade de água continua a mesma, mas muda a densidade.

P: Muito bem!, a massa de água que estava na caixa e que passou do estado líquido para o estado gasoso sofreu uma mudança de densidade. Além disso, quando abrimos a caixa este vapor distribui-se por um volume maior, diminuindo a sua densidade. No entanto debes ter em atenção que a densidade da água se mantém constante no interior da caixa. Por outro lado, a densidade do ar húmido aumenta pois alteramos a quantidade de vapor de água nele presente. Já agora, explica-nos lá o que entendes por densidade.

A24: Para mim densidade é uma massa num determinado volume. Pode estar mais concentrada ou mais diluída – haver mais massa no mesmo volume ou menos, o que significa mais, ou menos densidade.

P: Muito bem A24! É verdade que nos nossos dois exemplos, caixa aberta e caixa fechada, quando...a partir do momento em que abrimos a caixa, o vapor de água no estado gasoso que estava lá dentro pode distribuir-se por um maior volume, pelo que a densidade desse vapor de água diminui. Humm... Vamos depois... falar da densidade umas aulas mais à frente. Já agora, pensando no caso da água, qual dos estados físicos corresponde a uma maior densidade – o estado líquido ou o estado gasoso?

A24: O estado líquido.

P: Correto! Porque no estado líquido da água, uma mesma massa ocupa um menor volume.

A17: A massa é a mesma, o volume é que muda.

P: Exato, a massa é a mesma, o volume é que é diferente. 100g de vapor de água ocupam um volume maior do que 100g de água líquida, não é?

A17: Sim.

A: (...).

A24: Sim.

A28: No ar tá mais espalhado.

A24: É o que significa ter... ser menos denso.

A discussão despoletada por esta questão foi bastante interessante, sendo que algumas das contribuições dos alunos se revelaram bastante profundas. O aluno A17 (Quadro 14), por exemplo, teve o cuidado de formular a sua explicação utilizando a imagem da caixa fechada, que impunha, no fundo, a condição de sistema fechado. O aluno A24 (Quadro 14), por seu lado foi capaz de detetar uma distinção importante entre o caso da caixa fechada e o caso da caixa aberta – a diferente densidade do vapor de água.

Esta noção de densidade introduzida pelo aluno A24 poderia ser retomada em aulas seguintes, como ponto de partida para a abordagem formal do conceito de densidade, que é parte integrante do conteúdo programático da disciplina para o 7º ano de escolaridade. Esta seria uma forma de valorizar as intervenções realizadas pelos alunos bem como de incentivar futuras participações.

(v) Diferentes propriedades de misturas e substâncias

A análise da interação oral dos grupos da Turma B durante a resolução da Tarefa I revelou que alguns alunos explicavam a adição de sal ao gelo da estrada como uma espécie de reação que ocorreria entre o sal e o gelo, referindo-se à formação de novas substâncias (ver Quadro 1 do Anexo F); outros sugeriram que o sal espalhado sobre a camada de gelo tinha a finalidade de ‘derreter’ (ver Quadros 2 e 3 do Anexo F) ou ‘queimar’ (ver Quadro 2 do Anexo F).

Uma vez que se tratava de uma questão de exploração, as lacunas nas respostas formuladas inicialmente eram previsíveis e esperava-se que a execução laboratorial lhes permitisse reformular estas ideias. Todavia, tornava-se necessário frisar a ideia de que a adição de sal à água não implicava qualquer reação química, mas que apenas se obtinha uma mistura cujas propriedades diferiam das da substância, pelo que se promoveu uma discussão no final da resolução da tarefa com vista a abordar aqueles problemas.

Para iniciar a discussão apresentou-se a ideia manifestada pelo grupo de alunos A15, A17 e A25 (ver Quadro 4 do Anexo F), que assumira que apenas era possível fundir o gelo utilizando sal. Partiu-se da ideia apresentada por aquele grupo, e do facto de o açúcar ser também usado para o descongelamento de vias, embora não sendo tão eficaz quanto o sal, para explicar que não é apenas a mistura de água e sal que tem um ponto de fusão inferior ao da água pura (ver Quadro 15).

Quadro 15 - Discussão da interação verbal dos alunos A15, A17 e A25, Turno 2 da Turma B

P: Numa das gravações da aula anterior havia um grupo que estava muito intrigado com a razão para... com a razão pela qual se usava sal para desimpedir as vias e não outra substância qualquer. Esses alunos pensavam que existia alguma reação química entre o sal e o gelo e por isso apenas o sal poderia ser usado para fazer fundir o gelo. Claro que estes colegas não podiam saber, mas agora vocês já sabem que não ocorre nenhuma reação química, pois não? Então o que acontece?

A17: Forma-se uma mistura com propriedades diferentes.

P: Muito bem! Portanto, quando adicionamos impurezas a uma substância, como quando dissolvemos sal em água, passamos a ter uma mistura, que terá propriedades físicas diferentes das da substância água – como por exemplo, um ponto de fusão diferente. Será que também se pode usar açúcar para desimpedir as estradas?

A17: Ah, em princípio sim, como forma uma mistura...

P: Exatamente! Pode usar-se e há quem use.

A18: E qual é melhor?

P: O melhor é o sal.

A18: Porquê?

P: Isso tem a ver com a própria constituição do sal, que é diferente da do açúcar, mas isso é algo que vocês ainda irão aprender mais tarde.

(...)

A partir da noção de que não é apenas a mistura de água e sal que tem um ponto de fusão inferior ao da água pura, mas de que várias soluções aquosas apresentam esta característica, foi possível reafirmar que não ocorre uma reação química entre o sal e a água no estado sólido – ideia manifestada por muitos alunos da Turma B -, mas que apenas se forma uma mistura de água e sal com propriedades físicas diferentes das da substância água. Desta forma, abordou-se uma das noções importantes que integram o tópico das Propriedades Físicas dos Materiais.

No caso da Turma A, esta noção foi abordada de forma diferente na aula de 6 de Abril (ver Quadro 16)., a partir da questão escrita pelo aluno A10 - *Porque é que se adiciona anticongelante à água dos radiadores dos automóveis?*.

Quadro 16 - Discussão da questão do aluno A10 no Turno 1 da Turma A

P: Vamos lá a ver outra: «Porque é que se adiciona anticongelante à água dos radiadores dos automóveis?»

(...)

P: Primeiro, por que se quer evitar que a água dos radiadores dos automóveis solidifique?

A8: É a água fica...

P: O que é que acontece quando a água solidifica?

A3: Fica maior.

P: O volume aumenta. Portanto, temos uma determinada massa de água num recipiente e essa água, essa massa de água ocupa todo o volume do recipiente. Quando essa massa de água solidifica o volume que ocupa aumenta. O que pode acontecer ao recipiente onde se encontra a água?

A2: Rachar.

P: Sim, pode rachar. Portanto, interessa manter a água no estado líquido. Qual pensam que será a função do anticongelante?

A8: Não deixa...

A2: Não deixa congelar.

P: Mas por que razão não deixa solidificar? – vamos usar antes o termo solidificar, está bem?

A: (...)

P: Será que a mistura de água e anticongelante nunca nunca solidifica?

A8: Se calhar solidifica.

A2: Sim, solidifica, passado algum tempo...

P: Solidifica, mas então qual será a vantagem de adicionar anticongelante?

A7: Solidifica, só que demora mais tempo, fica mais tempo no estado líquido.

P: Passado mais tempo?

A1: Se calhar não solidifica tanto como...

P: O que é que faz variar o estado físico de uma substância ou de uma mistura?

A4: A temperatura.

A2: Quando metemos num local frio.

P: A temperatura ou a pressão. Então qual será o efeito do anticongelante?

A3: Faz com que não fique frio.

P: Não, vá... num determinado local temos uma determinada temperatura e uma determinada pressão. Nesse local, nessas condições, a água está sólida, mas a mistura de água e anticongelante não.

A: (...)

P: Por exemplo, por que é que a naftalina está no estado sólido e esta solução aqui está no estado líquido?

A5: A sua composição é diferente.

P: Correto, a sua composição é diferente. Por isso mesmo têm propriedades diferentes. Há uma propriedade em especial que nos interessa aqui para a nossa conversa. Qual é?

A8: Aaah!, é a... quando passa...é a fusão.

A7: É a temperatura, é a temperatura a que...fica... quando fica sólido.

P: É a temperatura a que ocorre a mudança de estado físico, a que ocorre a solidificação.

(...)

P: Então, a substância água e a mistura de água e anticongelante têm temperaturas de solidificação diferentes. De que forma é que serão diferentes?

A7: É que a temperatura de... solidificação da água, da mistura de água e do anticongelante é...é maior.

A8: Não, é menor. Quanto maior a temperatura, maior a probabilidade de ficar gasoso, quanto menor, é sólido.

A7: Eu acho que é maior.

P: Vamos lá a ver A8, estás a falar de coisas diferentes – temperatura de ebulição e temperatura de solidificação. A temperatura de solidificação é a temperatura a que ocorre a mudança do estado líquido para o estado sólido, a temperatura de ebulição a temperatura a que ocorre a mudança do estado líquido para o estado gasoso de toda a massa do líquido, para uma determinada pressão atmosférica. Portanto, ora, aqui estamos concentrados na temperatura de solidificação da água e... e da mistura de água e de anticongelante. A temperatura de solidificação da mistura será maior ou menor que a da água?

A4: Eu acho que é menor.

P: Achas que é menor. Porquê?

A4: Por exemplo... a água a passar para o estado sólido a temperatura desce e a maior parte, todos, todos os... todas as soluções aquosa tendem também a descer... portanto... a temperatura desce, ou seja... o anticongelante, como é uma mistura aquosa... também a temperatura desce.

P: A temperatura desce?

A7: Não.

P: Não, não é essa a explicação. A temperatura ambiente não diminui quando ocorre a solidificação. Vamos voltar atrás. Existe uma determinada temperatura ambiente, à pressão normal, à qual as substâncias ou as misturas passam do estado líquido para o estado sólido. Ok? O que é que se passa quando adicionamos anticongelante à água? Criamos uma mistura – a mistura de água e de anticongelante. E esta mistura tem uma temperatura de solidificação inferior à da substância água.

A7: Ah! Com o anticongelante só, só... congela quando está mais frio do que a água...

P: Sim, a mistura de água e anticongelante solidifica a uma temperatura inferior à temperatura a que a água solidifica.

(...)

Também a questão escrita pelo aluno A15 *Podemos congelar uma mistura?* foi escolhida para discussão (ver Quadro 17) por estar de certa forma relacionada com a anterior.

Quadro 17 - Discussão em torno da questão do aluno A15 no Turno 1 da Turma A

P: Outra questão que tinham escrito nas folhas: «Podemos congelar uma mistura?».

A7: Eu acho que sim.

A8: Sim.

A2: Por exemplo o gelado.

P: Exato, o gelado é um exemplo de uma mistura no estado sólido. As misturas, tal como as substâncias também podem solidificar. A maior parte dos líquidos com que ... do nosso dia-a-dia... são misturas e podem ser solidificadas - podemos solidificar sopa, podemos solidificar leite...

A partir da questão escrita do aluno A15 foi possível discutir a ideia de que as misturas, tal como as substâncias, podem sofrer transformações de estado, embora, para uma mesma pressão atmosférica, estas ocorram a temperaturas diferentes. A questão do aluno A10, por seu lado, proporcionou a exploração daquela ideia em maior detalhe, abordando a noção de que uma substância (neste caso a água) tem propriedades físicas (como o ponto de fusão) diferentes das de uma mistura da qual essa substância faz parte (mistura de água e anticongelante).

3. Criação de momentos de trabalho em grupo

As reações dos alunos a este modelo de aula, em que a introdução dos conceitos foi posterior à atividade em grupo, ao contrário do que estavam habituados, provocaram reações mistas. Alguns alunos pareceram aceitar com entusiasmo o desafio de tentar responder às questões da tarefa por si próprios. Foi por exemplo o caso dos grupos de alunos A6, A8, A9 e A18, A19, A20 e A24 da Turma B e da Turma A, respetivamente, que deram respostas a todas as questões solicitando apenas pontualmente a presença da professora-investigadora (ver Anexo G). Outra manifestação de receptividade foi a do grupo de alunos A21, A22 e A27 da Turma A. Num determinado momento da resolução da Tarefa II foi dada aos alunos a oportunidade de

consulta do manual, possibilidade que aquele grupo recusou apesar de tal não ter qualquer influência na avaliação, pois pretendia solucionar a tarefa ‘sem ajudas’.

Outros alunos, como o grupo de alunos A3, A4 e A7, da Turma B (ver Quadro 18), mostraram-se, porém, mais inseguros, solicitando com frequência a intervenção da professora-investigadora quer para pedir confirmação para as suas respostas, quer porque se sentiam incapazes de fornecer uma explicação. Na tentativa de desenvolver um maior grau de autonomia dos alunos e de aumentar a confiança destes nas suas ideias, a intervenção da professora cingiu-se a assistências pontuais aos grupos no sentido de estimular a sua autonomia. Além disso, durante essas assistências, a professora-investigadora procurou não responder diretamente às questões dos alunos, mas colocar mais questões para compreender melhor as suas ideias, bem como ajudar a estruturar o seu pensamento.

Quadro 18 – Interações orais no grupo de alunos A3, A4 e A7, da Turma B

A4: Stôra! Não sabemos esta [*Mistura de limalha de ferro e farinha*].

P: Ainda não fizeram esta?

A3: Já tentámos, stôra!

P: Bem, têm que pensar que para separar qualquer mistura têm que pensar... têm que tirar partido das diferentes propriedades dos componentes da mistura. Como neste caso aqui [*Mistura de açúcar e sulfato de cobre*], que propriedades diferentes vos permitiram separar esta mistura?

A3: O açúcar dissolvia-se no etanol e o sulfato de cobre na água.

P: Hum...e então como é que explicaram que iam separar?

A3: No gobelé que dá para dissolver sulfato de cobre utilizar-se-ia água. Para o açúcar utilizar-se-ia...

P: Ok, mas vocês não têm o açúcar e o sulfato de cobre separados, têm uma mistura dos dois sólidos. Se adicionarem água a essa mistura, o que acontece?

A3: Hummm, dissolvem-se os dois.

A4: E se adicionarmos etanol?

P: E se adicionarem etanol?

A7: Dissolve-se o açúcar. Ah, pois!, temos que usar etanol, a água dissolve os dois.

[**P** *retira-se*]

(...)

A3: Stôra, continuamos a não saber esta [Mistura de farinha e limalha de ferro].

P: O que é que tínhamos falado há bocado? Que propriedades diferentes têm os componentes da mistura farinha e limalha de ferro?

A4: Não sei.

A3: Não sabemos stôra.

A7: Da farinha não sei, mas o ferro é magnético.

P: E a farinha, tem propriedades magnéticas?

A7: Não sei.

A4: Oh, se puseses um íman na farinha, não faz nada!

A7: Ah, podíamos separar com um íman?

A3: Ah, o íman, pois é! Já me lembrei.

P: Acham que funcionava?

A7: Sim, o íman apanhava só o ferro.

[**P** *retira-se*]

(...)

A7: Professora, pode chegar aqui?

P: Sim, digam.

A3: Aqui [*Mistura de água e acetona*] as propriedades diferentes são as temperaturas?

P: Hum, primeiro: qual é o significado dessas temperaturas.

A4: Hmm... a ebulição... é a passagem para o estado gasoso.

A3: É a temperatura a que passam ao estado gasoso.

P: São as temperaturas a que essas substâncias passam do estado gasoso ao estado líquido. Sim,... quer dizer, considerando uma pressão atmosférica normal, não é? Então, qual é a propriedade diferente neste caso?

A7: O ponto de ebulição.

P: Sim, agora pensem de que forma é que podem separar a mistura com base nessa diferença.

[**P** *retira-se*]

(...)

A7: Técnica que permite separar um sólido num líquido...não, este não é!

A3: Destilação... separar sólidos dissolvidos em líquidos...dois ou mais líquidos... dois ou mais líquidos! É esteeee! Destilação simples!

A7: Podíamos aquecer a mistura [*Mistura de água e acetona*] até à ebulição e ia transformar-se em vapor ...

A3: Aquecias e depois?

A4: Depois o quê?

A3: Transformam-se em vapor, assim não separamos...ficam é em gás...

A7: Pois...

A4: Mas podemos aquecer só até à acetona passar para gasoso e depois paramos.

A3: Mas a acetona é mais alto.

A4: Não, é mais baixa, olha, a água é 100.

(...)

A análise do Quadro 18 revela que, na tentativa de dar resposta a apenas duas das questões da Tarefa II, o grupo de alunos A3, A4 e A7 solicitou a intervenção da professora-investigadora por três vezes. Com o intuito de fomentar a confiança dos alunos nas suas ideias, a professora-investigadora procurou não só interagir com os alunos de cada grupo da forma acima descrita, como também os incentivou a escreverem as suas explicações orais ainda que não estivessem

totalmente satisfeitos com estas uma vez que a resposta escrita poderia ser reformulada em qualquer momento da aula, nomeadamente após a discussão em turma de todas as propostas, em que teriam oportunidade de comparar as suas ideias com as dos colegas.

Como seria de esperar, durante a resolução em grupo da tarefa, a generalidade dos alunos manifestou uma interação oral superior à manifestada nas aulas, em que o discurso de sala de aula era sobretudo mediado pela professora-investigadora. Além disso, as intervenções feitas pelos alunos mostraram-se mais elaboradas, tendo sido possível identificar construção conjunta de conhecimentos entre os elementos dos grupos, isto é, momentos em que as diversas contribuições ajudaram a estruturar um raciocínio de grupo.

Nos Quadros 19 e 20 apresentam-se extratos da interação oral em grupo durante a resolução da Q1 (*Por que razão a água se encontra no estado sólido?*) da Tarefa I.

Quadro 19 – Interação oral dos alunos A5, A7, A8 e A10, da Turma A

A7: A água encontra-se no estado sólido porque está a uma temperatura em que entra em solidificação.

A5: Ah, pois, faz sentido.

A7: Então, porque é... a água fica em estado sólido... fica em estado sólido a partir...

A10: Quando está a cinco graus negativos

A7: Então porquê?

A8: Por causa da...

A7: A água está em contacto com uma temperatura muito baixa.

A8: Não, a água encontra-se no estado sólido por causa das, da pressão atmosférica que diz aí.

A7: Não é!

A8: Por causa da pressão atmosférica e da temperatura!

A7: Sim...

A8: A pressão também influencia, a pressão também influencia.

Quadro 20 - Interação oral dos alunos A18, A19, A20 e A24, da Turma A

A24: Então aqui a água encontra-se no estado sólido porquê? (...) uma temperatura de menos cinco graus.

A20: Posso dizer? Porque houve uma descida da temperatura, o que fez com que a água solidificasse.

A18: Mas para isso tinha de atingir a temperatura de solidificação da água.

A19: E que é menos zero graus.

A24: Exatamente, na água (...) ou seja... na temperatura de menos cinco graus a água solidificou porque esta temperatura é uma temperatura menor que o ponto de solidificação da água.

Nestes excertos é possível identificar apresentação de argumentos (*‘Por causa da pressão atmosférica e da temperatura.’*, Quadro 19, *‘Exatamente, na água (...) ou seja... na temperatura de menos cinco graus a água solidificou porque esta temperatura é uma temperatura menor que o ponto de solidificação da água.’*, Quadro 20), opiniões divergentes (*‘Não, a água encontra-se no estado sólido por causa das, da pressão atmosférica que diz aí’*, no Quadro 19) e contra-argumentos (*‘Mas para isso tinha de atingir a temperatura de solidificação da água.’*, no Quadro 20).

O trabalho em grupo pode configurar-se, assim, como uma forma de melhorar a interação oral dos alunos, uma vez que além de lhes permitir comparar, discutir e enriquecer as suas ideias com as dos seus pares, lhes proporciona também períodos de tempo mais longos para construir as suas explicações.

Creemos que o trabalho em grupo ajudou a fomentar a autonomia dos alunos uma vez que o período de tempo que decorreu entre a formulação da resposta em grupo e a obtenção de feedback pelo professor (momento de discussão com as turmas) foi suficientemente alargado para permitir aos alunos refletir sobre as suas questões e tomar decisões sobre estas.

4. Criação de tarefas integrando questões de resposta aberta

A análise das respostas escritas pelos alunos às questões de resposta aberta das Tarefas I e II, permitiram encontrar um leque de propostas diversificado para uma mesma questão. Estes dados parecem relevantes, uma vez que as questões de resposta aberta se caracterizam por permitirem um leque variado de respostas. Em seguida serão discutidas as várias propostas apresentadas pelos grupos de ambas as turmas, para cada uma das tarefas.

Foram consideradas questões de resposta aberta as questões número três (Q3) e número cinco (Q5) da Tarefa I e todas as questões da Tarefa II.

4.1. Tarefa I - «Estradas geladas»

No que diz respeito à resposta à Q3 (*Planeia uma atividade laboratorial que te permita verificar se a explicação que apresentaste anteriormente está correta, indicando: 1. O que queres investigar; 2. O material de que vais precisar; 3. Os passos que vais seguir.*), as respostas dos alunos puderam ser agrupadas em três propostas diferentes.

Em ambas as turmas, a maioria dos grupos sugeriu que se colocasse sal sobre o gelo e se esperasse para ver o que acontecia (ver Quadro 2 do Anexo H), não fazendo referência à temperatura de fusão das amostras ou às condições ambiente da sala de aula, que não coincidiam com as da situação-problema. Aquelas respostas foram discutidas em turma e consideradas como sugestões de resolução desadequadas (ver secção 5. *Criação de momentos de discussão em turma das propostas dos alunos para resolução das tarefas*). No que diz respeito às sugestões consideradas adequadas (cinco respostas), foi possível agrupá-las em duas propostas diferentes:

Proposta 1 – Medir e comparar as temperaturas de fusão do gelo e da mistura de gelo e sal.

Proposta 2 – Colocar numa arca frigorífica uma amostra de gelo e uma amostra da mistura de gelo e sal e observar.

No Quadro 21 apresenta-se um exemplo de resposta para cada uma das propostas. As restantes respostas são apresentadas nos Quadros 1, 2 e 3 do Anexo H.

Quadro 21 - Extratos das respostas escritas pelos alunos de ambas as turmas à Q3 da tarefa

	Resposta à Q3
Proposta 1	A18, A19, A20 e A24: Colocar em ambos os gobelés água no estado sólido; com a espátula, adicionar a um dos gobelés cloreto de sódio; expor os gobelés à temperatura ambiente (maior de 0°C); esperar pela fusão da água e medir a temperatura a que este fenómeno ocorre em cada um dos casos; registar os resultados.
Proposta 2	A21, A22 e A27: Colocamos os gobelés dentro da arca, colocamos os cubos de gelo no gobelé e adicionamos o sal num deles e o outro deixamos só com gelo. No fim comparamos os resultados.

Uma vez que a maioria dos grupos não colocou a hipótese de a adição de sal à água estar relacionada com a obtenção de uma mistura, e de substâncias e misturas terem propriedades diferentes, é natural que as propostas por aqueles sugeridas não contemplassem a medição das temperaturas de fusão das amostras. Por outro lado, o não estabelecimento daquelas relações poderá ser de certa forma consequência de a maioria das explicações avançadas pelos alunos à questão 2 não ter relacionado a adição do sal com alterações no ponto de fusão. Assim sendo, na discussão em turma das propostas (ver secção 5) tornou-se necessário abordar este ponto.

Apesar de a proposta (viável) de utilização do congelador não poder ser posta em prática (devido à inexistência de um congelador na sala de aula), procurou-se valorizar esta contribuição explicando-a ante toda a turma como uma alternativa possível, que apenas não seria realizada devido a impossibilidades práticas. Também este ponto foi abordado na discussão em turma (ver secção 5).

Na resposta à Q5 [*No laboratório existem dois frascos. Sabe-se que um deles contém água pura no estado líquido e o outro contém uma mistura líquida de água e cloreto de sódio. De que forma procederias para descobrir qual é qual?* (Nota: Lembra-te que uma das regras de laboratório é nunca provar as amostras)], quatro dos oito grupos da Turma B apresentaram respostas consideradas parcialmente ou totalmente corretas. No conjunto daquelas foram identificadas duas propostas diferentes: uma que tirava partido dos diferentes pontos de fusão de substâncias e misturas (Proposta 1), e

outra que tirava partido da técnica de cristalização (Proposta 2). O Quadro 22 apresenta um exemplo de uma resposta para cada uma destas propostas. As restantes respostas encontram-se no Anexo H.

Quadro 22 - Respostas dos alunos da Turma B que se enquadram nas propostas 1 e 2

	Resposta à Q5
Proposta 1	A3, A4, A7: Se pusermos os dois frascos com água pura e a mistura de água e cloreto de sódio no congelador a 0°C a água com cloreto de sódio não congela ao contrário da água pura que congela.
Proposta 2	A6, A8, A9: Colocávamos os dois frascos ao sol até se dar a vaporização da água e aí verificamos qual o frasco que ficou com sal.
	A2, A5, A13: Quando ambos evaporassem, a água com cloreto de sódio “deixaria o sal no gobelé.
Proposta 1 e 2	<p>A15, A17, A25: Para descobrir qual era o frasco com água pura e o frasco com água e cloreto de sódio procederíamos da seguinte forma:</p> <p>Dispúnhamos os dois frascos a uma fonte de calor e esperávamos que a água de ambos evaporasse. Quando isto acontecesse, um dos frascos ficaria vazio (aquele que apenas continha água) e o outro com partículas/vestígios de cloreto de sódio.</p> <p>OU</p> <p>Se colocássemos as preparações numa fonte de arrefecimento a água que solidificasse primeiro era a água pura pois o ponto de solidificação da mistura é inferior ao ponto de solidificação da mistura.</p>

Se a solução apresentada pelo grupo de alunos A3, A4, A7 e a primeira das soluções fornecida pelo grupo de alunos A15, A17, A25 apresentam o tipo de argumentação que viria no seguimento da atividade realizada (diferentes pontos de fusão de substâncias e amostras), também a solução apresentada pelos grupos de alunos A2, A5, A13 e A6, A8, A9 e a segunda possibilidade de resposta apresentada pelo grupo de alunos A15, A17, A25 se podem

considerar corretas. Como tal, ambas as propostas foram contempladas na discussão em turma, o que serviu para enriquecer a resolução da tarefa (ver Anexo H).

4.2. Tarefa II – «Separação de Misturas»

Na resolução da Tarefa II surgiram duas propostas de separação diferentes para a (i) mistura de limalha de ferro e farinha e cinco propostas de separação para a (ii) mistura de água, areia e farinha. Nos casos da mistura de açúcar e sulfato de cobre e da mistura de acetona e água, os modos de separação apresentadas convergiram todas para uma única proposta (ver Anexo H). Como tal, serão em seguida apresentadas apenas as propostas de separação para as duas primeiras misturas.

(i) Mistura de farinha e limalha de ferro

Os modos de separação desta mistura, sugeridos pelos grupos de ambas as turmas, foram agrupados em duas propostas diferentes: uma fazendo uso das diferentes densidades da limalha de ferro e da farinha (Proposta 1), a outra fazendo uso do facto de o ferro ter propriedades magnéticas e a farinha não (Proposta 2). Duas das propostas da Turma B inseriram-se na Proposta 1 e as restantes na Proposta 2. Todas as respostas fornecidas pela Turma A se inseriram na Proposta 2.

No Quadro 23 apresentam-se duas das respostas fornecidas e que se inserem em cada uma das propostas. As restantes respostas escritas pelos alunos de ambas as turmas encontram-se no Anexo H.

Quadro 23 - Respostas dos alunos da Turma B que se enquadram em cada uma das propostas de separação dos componentes da mistura de farinha e limalha de ferro

Proposta 1	A16, A20, A26: Poderíamos separar as limalhas de ferro da farinha com água, porque a farinha ia ficar à superfície e as limalhas de ferro iam afundar.
Proposta 2	A18, A19, A22: Poderíamos utilizar um íman, e este, iria atrair as limalhas de ferro.

A Proposta 1 apresentada pelos alunos constitui uma alternativa bastante interessante à proposta mais óbvia de uso do íman, ainda que com algumas limitações que serão discutidas em seguida. Esta proposta terá surgido talvez da conjugação de observações realizadas na aula e conhecimentos anteriores dos alunos que estes foram capazes de mobilizar perante o problema que lhes era proposto. Ao observarem a mistura de água, areia e farinha, os alunos constatarem que a farinha fica em suspensão na água; por outro lado, a experiência empírica permite-lhes saber que o ferro é um material muito denso – é possível que o conceito de densidade não esteja formalmente interiorizado, o que se manifestou em afirmações como ‘*o ferro é mais pesado*’, mas existe provavelmente a intuição de que a limalha de ferro não fica em suspensão na água (como a farinha), mas que, em vez disso, se deposita no fundo de um recipiente com água (à semelhança do que acontece com a areia).

Dada a existência de duas propostas viáveis distintas, promoveu-se uma pequena discussão com a turma para eleger aquela que melhor cumpria o objetivo de separação dos componentes da mistura. No final da discussão, concluiu-se que a técnica de separação magnética além de mais simples era, também, mais eficiente – a observação da mistura de água, farinha e areia, permitiu constatar que a farinha húmida tendia a depositar-se sobre a areia, impedindo uma separação completa destes dois componentes por decantação; caso fosse adicionada água à mistura de farinha e limalha de ferro, a farinha húmida depositar-se-ia sobre a limalha criando uma mistura difícil de separar. Aos alunos cujas explicações se enquadravam na Proposta 1 foi-lhes sugerido que mantivessem as suas respostas escritas, consideradas corretas apesar de não serem as eleitas, sendo-lhes porém sugerido que referissem também a técnica mais eficiente de separação magnética, que iriam executar na aula.

O facto de os alunos terem sido confrontados com o problema da separação das misturas antes de serem abordadas formalmente as várias técnicas poderá ter contribuído para a diversidade de propostas fornecidas, uma vez que não existia um ‘cardápio’ prévio de técnicas e situações às quais estas se aplicavam. De facto, parece bastante improvável que após observação de uma separação magnética, os alunos sugerissem uma separação da mistura de farinha e limalha de ferro com base nas diferentes densidades dos componentes.

(ii) Mistura de água, farinha e areia

As sugestões fornecidas pelos alunos para separação da mistura de água, farinha e areia foram agrupadas em seis propostas diferentes (Quadro 24). Para cada uma destas propostas é apresentado um exemplo de uma resposta de um dos grupos (Quadro 25). A totalidade das respostas encontra-se no Anexo H.

Quadro 24 - Propostas para a separação da mistura de água, farinha e areia

Proposta 1	Decantação para separar a água com farinha em suspensão da areia; centrifugação para separar a farinha da água.
Proposta 2	Filtração ou decantação para separar a água da farinha e da areia.
Proposta 3	Decantação para separar a água com farinha em suspensão da areia; filtração para separar a farinha da água.
Proposta 4	Decantação para separar a água com farinha em suspensão da areia; vaporização da água para separar a água da farinha.
Proposta 5	Decantação para separar a água com farinha em suspensão da areia; Peneiração para separar a farinha da areia.
Proposta 6	Decantação para separar a água da farinha e da areia.

Quadro 25 - Respostas dos alunos de ambas as turmas que se enquadram em cada uma das propostas de separação da mistura de água, farinha e areia.

Proposta 1	<p>A18, A19, A20, A24: Para separar a mistura de água, areia e farinha, que se encontra no gobelé D seguiríamos os seguintes passos:</p> <p>1º Para separar a água com farinha da areia usáramos a técnica de decantação simples (sólido-líquido) conforme o estado físico dos componentes.</p> <p>2º Provocaria a deposição da farinha por meio da centrifugação.</p> <p>3º Decantaria a água por meio de decantação simples (visto ser um sólido e um líquido) para separar a farinha.</p>
------------	---

	(Turma A).
Proposta 2	A11, A13, A14: 1- Colocaríamos um papel de filtro sobre um gobelé para filtrarmos a água da farinha e da areia (filtração). Separarmos. (Turma A).
Proposta 3	A16, A17, A28: Teríamos de utilizar a técnica de decantação sólido-líquido, a água com a farinha é transportada para outro recipiente com a ajuda de uma vareta. Este processo vai separar a água com farinha da areia que se encontra no fim do gobelé. Com a ajuda da vareta teríamos de introduzir no recipiente, em seguida vamos transferir água com farinha para o recipiente vazio, usando a filtração, assim a farinha ficaria no filtro. (Turma A).
Proposta 4	A6, A8, A9: Usamos a decantação, este processo consiste em separar um líquido de um sólido, ou seja, viramos o gobelé com água e farinha e areia para outro gobelé com a ajuda de uma vareta e assim só vai descer a água com a farinha dissolvida. Depois usamos a vaporização para separar a água da farinha. Decantação e vaporização. (Turma B).
Proposta 5	A3, A4, A7: Utilizaria o processo de peneiração. Com uma peneira separa-se os componentes sólidos da mistura da água. 1º Utilizámos a decantação para separar a água da areia e da farinha, depois utilizámos a peneiração para separar a areia da farinha. (Turma B).
Proposta 6	A2, A5, A10, A13: Para separar a mistura de água, areia e farinha que se encontra no gobelé era deitar a água para outro sítio a areia e a farinha ficavam no fundo do gobelé D. (Turma B).

A filtração da mistura de água farinha e areia sugerida pela Proposta 2 permitiria separar a água da farinha e da areia; porém, a farinha e a areia húmidas ficariam misturadas, sendo esta

mistura muito difícil de separar. A Proposta 5 sugeria uma peneiração para separação desta mistura; porém, além de os tamanhos das partículas de areia e farinha não serem significativamente diferentes, ambos os componentes se encontravam húmidos, o que provocaria o entupimento da peneira, inviabilizando a peneiração. Cinco das propostas (Propostas 1, 3, 4, 5 e 6) sugeriam o recurso a uma decantação. Com recurso esta técnica a Proposta 6 admitia poder separar a água da farinha e da areia, resultado impossível dado que a farinha se encontra em suspensão na água. As Propostas 1, 3, 4 e 5, por seu lado, aplicavam a técnica da decantação à separação da água com farinha em suspensão da areia, procedimento este considerado adequado. Para separação da mistura de água com farinha em suspensão resultante da decantação da mistura, várias técnicas foram então sugeridas: centrifugação, vaporização da água e filtração. A inexistência de uma centrifugadora impediu, logo à partida, a utilização da técnica de centrifugação; por outro lado, a filtração da mistura pareceu preferível à vaporização da água apenas por ser mais rápida.

Pelo acima exposto, e no que diz respeito ao cumprimento do objetivo, isto é, a separação efetiva dos componentes da mistura, foram consideradas viáveis as Propostas 1, 3 e 4, e não viáveis as Propostas 2, 5 e 6. Assim, os alunos cujas respostas se enquadravam nas Propostas 2, 5 e 6, foram incentivados a modificar as suas respostas; por outro lado, os alunos cujas respostas se enquadravam nas Propostas 3 e 4 foram encorajados a manterem aquelas, uma vez que constituíam alternativas possíveis à executada na aula.

Em suma, 12 dos 16 grupos que constituíam ambas as turmas foram capazes de sugerir uma solução de separação viável, através da exploração dos seus conhecimentos anteriores, dos conhecimentos anteriores dos restantes elementos do grupo e das informações contidas no manual. A exploração destes três elementos foi realizada de forma mais ou menos independente, consoante o grau de intervenção (solicitada pelos alunos) da professora-investigadora, tendo sido de certa forma confiada aos alunos a gestão da sua própria autonomia.

As diversas propostas fornecidas pelos alunos para separação das misturas não só contribuíram para uma discussão rica em pontos de vista distintos, como também sugeriram pontes para aulas e temas futuros. É disto exemplo a proposta de separação da mistura de farinha da limalha de ferro usando água, que se baseia no facto de os componentes da mistura

terem densidades diferentes, e que poderia, portanto, ser mobilizada para uma introdução ao conceito de densidade. Desta forma, uma ideia que se revelou menos adequada para a separação da mistura de farinha e limalha de ferro poderia ser valorizada num contexto diferente. Além disso, a compreensão do valor teórico desta proposta para a separação da mistura de farinha e limalha de ferro (que a nível prático não se revelaria muito adequada) exigiria a compreensão do conceito de densidade, pelo que a referência a esta proposta poderia atuar como elemento motivador para a aprendizagem que se pretendia desenvolver.

Devido a constrangimentos de tempo, o número de propostas de separação executadas foi de uma por mistura, isto é, foi executada apenas a proposta que foi considerada pela turma a mais adequada. Teria sido contudo interessante proceder à execução de todas as propostas, mesmo das consideradas não viáveis, para que os alunos pudessem verificar, na prática, os problemas daquelas, e comparar a eficiência de separação dos componentes proporcionada por cada uma. Se o conhecimento escolar pretende preparar os alunos para lidar com os problemas com que estes se depararão no futuro, faz sentido admitir o erro no processo de aprendizagem pois na generalidade das situações com que os alunos se confrontarão nas suas vidas não existirá, à partida, uma resposta certa, sendo provável que aluno erre várias vezes antes de encontrar uma solução mais adequada.

Nesta aula procurou-se assim que não apenas a proposta mais adequada fossem considerada, mas que também as restantes, menos adequadas, fossem valorizadas, tendo sido discutidos os pontos fortes e fracos de cada uma destas e sugeridas formas de as melhorar. Com esta atuação procurou-se fomentar a ideia de que pode não existir apenas uma resposta correta, mas sim uma mais adequada (a um fim determinado, condicionado por um conjunto de condições determinado) de entre um leque de respostas possíveis.

As questões de resposta aberta podem revelar alternativas que o próprio professor não tinha previsto. Além disso, como estas questões exigem justificações e explicações, os professores podem detetar aprendizagens incompletas ou dúvidas, como foi o caso. Na tentativa de ultrapassar estas dificuldades, promoveram-se discussões de turma sobre as mesmas. Também o leque variado de propostas identificadas tornou necessária uma discussão posterior, quer para esclarecer as propostas que estavam incorretas, quer para selecionar a proposta mais adequada/prática de entre as propostas viáveis apresentadas.

Na seguinte secção serão apresentadas as transcrições de alguns excertos dessas discussões em turma.

5. Criação de momentos de discussão em turma das propostas dos alunos para resolução das tarefas

A assistência aos grupos permitiu à professora-investigadora aperceber-se das diferentes ideias de cada um daqueles, bem como das suas dificuldades, sendo estes posteriormente abordados durante os momentos de discussão. Estes tiveram lugar antes da realização das atividades práticas relacionadas com as Tarefas I e II. Nestes momentos foi promovida uma discussão conjunta onde as ideias de cada um foram debatidas, identificando os seus pontos fracos e fortes. A análise das interações verbais apresentar-se-á dividida em duas secções, relativas a cada uma das tarefas.

5.1 Tarefa I - «Estradas geladas»

Uma vez que uma das noções que a Tarefa I pretendia desenvolver era o facto de as substâncias terem propriedades físicas (como o ponto de fusão) diferentes das das misturas das quais são componentes, tornava-se relevante a realização da medição da temperatura de fusão de cada amostra (amostra *gelo* e amostra *mistura de gelo e sal*). Porém, nenhum dos procedimentos propostos como resposta à Q3 contemplou a medição das temperaturas de fusão das amostras, o que é de certa forma consequência de nenhuma das explicações avançadas pelos alunos à Q2 ter relacionado a adição do sal com alterações no ponto de fusão.

A partir desta constatação, e tendo em vista os conhecimentos que esta tarefa pretendia desenvolver, optou-se por sugerir a utilização de termómetros para medição das temperaturas de fusão de ambas as amostras e posterior reflexão sobre os dados obtidos.

Assim, a discussão em turma promovida antes da execução prática da experiência abordou essencialmente as questões da necessidade de uso de um controle, bem como de realização de medições de temperatura de fusão das duas amostras.

Os Quadros 26 e 27 apresentam excertos das interações orais relativas às discussões de duas das aulas. As discussões realizadas nas restantes aulas são apresentadas no Anexo I.

Quadro 26 – Interação oral no momento de discussão, no Turno 2 da Turma A.

<p>P: Ok, primeiro ponto: houve alunos que afirmaram que a água se encontra no estado sólido porque a temperatura é de menos cinco graus negativos. O que vos parece?</p>
--

A25: Parece bem.

A19: Está incompleta.

P: Se estivessem -4°C , qual seria o estado físico da água?

T: Sólido!

P: Então não é apenas à temperatura de -5°C que a água se encontra no estado sólido.

A26: É sempre que esteja a menos de 0.

P: E por que razão especificamente a menos de 0?

A24: Porque 0°C é a temperatura de fusão da água, isto é, abaixo dessa temperatura a água encontra-se no estado sólido e acima dessa temperatura encontra-se no estado líquido. Quando estamos à pressão atmosférica normal, claro.

P: Muito bem, A24! Portanto, o que falta acrescentar à afirmação de que vos falei no início?

A26: O ponto de fusão ser 0°C .

P: Exatamente. É verdade que a uma temperatura de -5°C a água se encontra a 0°C , mas porquê?, porque o ponto de fusão da água é a 0°C . Isto, à pressão atmosférica normal, como disse e muito bem o aluno A24.

O facto de a maioria dos alunos não incluir na sua planificação o uso do termómetro para medir o ponto de fusão esteve naturalmente relacionado com o facto de as explicações apresentadas assentarem sobre a ideia da ocorrência de uma reação química entre o sal e o gelo. Neste ponto da discussão não foi abordada essa ideia (errada), uma vez que se pretendia dar margem aos alunos para compararem, durante a aula, os pontos de fusão obtidos para cada uma das amostras e extraírem dos dados as suas próprias conclusões. De qualquer dos modos, procurou-se salientar, através da discussão das respostas fornecidas à questão Q1, a importância do conceito ponto de fusão.

Procurou-se ainda fazer alusão a respostas dadas pelos próprios alunos durante a discussão, como forma de valorizar as suas contribuições e estimular o seu sentido crítico.

Quadro 27 - Interação oral no momento de discussão, no Turno 1 da Turma B.

P: Na Tarefa I era-vos pedido que propusessem um procedimento experimental que permitisse testar se a vossa explicação era verdadeira, e todos os grupos propuseram colocar gelo num gobelé, pôr sal sobre o gelo, e esperar para ver se de facto o gelo passava do estado sólido ao estado líquido. Não foi?

T: Sim.

P: O que é que estavam à espera que acontecesse?

A9: Ia derreter o gelo.

P: Ok, se eu aqui na sala pusesse gelo num gobelé e esperasse, o que é que acham que acontecia ao fim de algum tempo?

A4: Derretia.

P: Passava do estado sólido ao estado líquido. Então, a vossa proposta ajudava-vos a perceber alguma coisa acerca do efeito do sal?

A3: Nop!

A4: Pois, era igual.

A3: Não há diferença.

A6: A questão tem a ver com a temperatura. O problema é a temperatura! Nós explicámos que tem a ver com a temperatura!

P: Correto!, o que é importante na distinção entre estes dois casos é a temperatura ambiente.

A6: Se estivesse frio, já havia diferenças para o gelo com sal e para o gelo sozinho.

P: Ok A6, que diferenças eram essas?

A6: Ou seja, nós estando a menos cinco graus celsius, se tivéssemos apenas gelo e não tivéssemos sal, então já não passávamos do estado sólido ao estado líquido! Porque o gelo sozinho só passa ao estado líquido a zero graus celsius.

P: Exato. Qual foi o problema no vosso procedimento? Estão a pensá-lo para as condições da sala de aula, que não está, que são diferentes do problema da tarefa, em que a temperatura é de menos cinco graus celsius. Então, o que será que temos que alterar no procedimento?

A6: Temos que fazer tudo no congelador.

P: Ok, era uma hipótese, fazer a experiência toda no congelador, por exemplo a menos cinco graus celsius, mas na prática não podemos fazer isso porque não temos congelador aqui na sala.

A7: Como vamos fazer então se não podemos usar o congelador?

P: O que vocês podem fazer é usar um termómetro para ver a que temperatura é que ocorre a passagem do estado sólido ao estado líquido. Ok?

A6: A temperatura a que derrete.

P: A temperatura de fusão.

A7: Aaah!

P: Houve mais um aspeto acerca dos procedimentos... Houve um grupo que sugeriu usar não um, mas dois gobelés – um contendo apenas gelo e o outro contendo gelo e sal – para poderem fazer comparações. O que vos parece?

T: Sim...

A13: Mas é preciso?

P: Sim, têm que ter um termo de comparação. Então, na conversa que tivemos antes... Todos tinham dito que na sua experiência iam colocar gelo num gobelé e pôr sal por cima e esperar para ver se fundia. Se fundisse, diriam que o sal é que permitiu que isso fosse possível. E ficavam satisfeitos com a vossa conclusão. Mas se ao lado tivessem posto um gobelé apenas com gelo e vissem... portanto, vissem que aquele gelo também tinha fundido, então já percebiam que não podiam tirar essa conclusão. Não era? Por isso é que precisamos de ter algo com que comparar. Para ver o que acontece quando não adicionamos sal e o que acontece quando adicionamos.

A13: Mas não vai ser igual?

P: Todos pensam que ambos vão fundir, não é?

A13: Sim.

P: Mas vamos registar então as temperaturas de fusão e compará-las, a ver se há ou não diferenças.

A6: Eu acho que sim.

P: Que diferenças é que prevês A6?

A6: Acho que vai ser maior.

P: O que é que vai ser maior?

A6: A temperatura de fundir do gelo com sal.

(...)

A6: Não!, menor, menor!

A3: Nãaaao, maior!

P: Então porquê, A3?

A3: Para fundir tem que ter uma temperatura maior!

P: Bem, vamos fazer então as medições e já voltamos a discutir esta questão.

(...)

Esta discussão permitiu sistematizar o trabalho desenvolvido na aula anterior, conjugar diferentes procedimentos propostos e ainda clarificar as dúvidas identificadas. Além disso, o ‘confronto’ de opiniões divergentes (entre os alunos A3 e A6) quanto à relação entre as temperaturas de fusão das duas amostras poderá ter constituído uma motivação para a realização da atividade.

Apesar de as propostas escritas à Q3 terem sido semelhantes (ver a secção 5. Questões de resposta aberta), durante a discussão patente no Quadro 27 surgiu uma proposta diferente – a da utilização do congelador (intervenção do aluno A6). Embora esta proposta não fosse viável na prática (por inexistência de um congelador na sala de aula), permitira, à semelhança da proposta executada, averiguar o efeito da adição de sal ao gelo, pelo que se procurou valorizar esta contribuição, explicando-a ante toda a turma como uma alternativa possível, que apenas não seria realizada devido a impossibilidades práticas.

As discussões que tiveram lugar no Turno 1 da Turma A e no Turno 2 da Turma B encontram-se nos Quadros 1 e 2 do Anexo I.

5.2. Tarefa II - «Separação de Misturas»

Também no que diz respeito à Tarefa II, foram encontradas várias propostas para a separação de cada uma das misturas, que foram posteriormente discutidas (ver Quadros 3 a 18 do Anexo I).

6. Incentivo à reformulação de respostas escritas pelos alunos

Por razões que se prendem com a apresentação da análise de uma forma sintética, consideraram-se conjuntamente os dados relativos a estas duas estratégias.

Acreditamos que quando é identificada uma ideia incompleta ou errada, a sua valorização passa necessariamente pelo fornecimento de oportunidades de reestruturação daquela – tais como a discussão em turma dos problemas detetados ou promoção de novas atividades que permitam abordar o problema/questão sob uma perspetiva diferente e, idealmente, conduzir a novas vias de construção da ideia. Assim, sendo intenção deste estudo a valorização do processo na construção de aprendizagem mais do que a valorização do produto, procurou-se estimular os alunos a reformularem as suas respostas escritas às questões das Tarefas I e II ao longo dos vários momentos que a resolução daquelas incorporou – trabalho em grupo, discussão em turma, realização experimental.

Foi explicado aos alunos que poderiam reformular as respostas fornecidas às questões das tarefas em qualquer momento da aula. Comparando as respostas escritas pelos alunos de cada grupo antes e depois dos momentos de discussão com a turma e de realização prática da separação das misturas, constatou-se que, em alguns dos casos, existiam diferenças significativas, isto é, os alunos reformularam as suas respostas iniciais com base nas informações recolhidas naqueles momentos.

Em seguida serão apresentados, para a Tarefa I, exemplos de reformulação de respostas escritas pelos alunos. Os exemplos de reformulações de respostas durante a resolução Tarefa II encontram-se nos Quadros 7 a 14 do Anexo J.

Apesar de os alunos saberem que poderiam reformular as suas respostas, e de a discussão em turma ter explorado algumas dificuldades identificadas nessas mesmas respostas, poucos foram os grupos que procederam a alterações.

Relativamente à primeira questão (Q1) da tarefa - *Por que razão a água se encontra no estado sólido?* - todas as respostas iniciais fornecidas pelos oito grupos da Turma B foram consideradas incompletas ou erradas. Após a discussão dos problemas encontrados nas respostas fornecidas, apenas um destes grupos reformulou a sua resposta (o grupo constituído pelos alunos A3, A4, A7).

A resposta inicial e a resposta reformulada deste grupo são apresentadas no Quadro 28. O texto destacado na coluna de *Resposta final à Q1* corresponde a texto acrescentado pelos alunos à sua resposta inicial. O mesmo se aplica aos restantes quadros desta secção.

As restantes respostas fornecidas pelos outros grupos da Turma B encontram-se no Quadro 1 do Anexo J.

Quadro 28 - Respostas escritas por um grupo de alunos da Turma B à Q1

Resposta inicial	Resposta final
A3, A4, A7: Porque a temperatura ambiente é negativa (-5°C).	Porque a temperatura ambiente é negativa (-5°C) e a água solidifica a 0°C.

Na Turma A, a análise das respostas escritas permitiu constatar que nenhum dos grupos que fornecera explicações incompletas antes dos momentos de discussão e realização da atividade prática, reformulou posteriormente as suas respostas; assim, mantiveram-se as explicações que justificavam o facto de a água se encontrar no estado sólido apenas como consequência da temperatura ambiente, não fazendo referência ao ponto de fusão da água (ver Quadro 2 do Anexo J). A professora-investigadora procurou atuar sobre esta lacuna, recorrendo ao feedback escrito (ver secção 7. *Fornecimento de feedback escrito*).

A questão 4 da tarefa (*Faz as alterações que achares necessárias à resposta que deste na questão 2, com base nos resultados que obtiveste na atividade laboratorial*) constituía um pedido explícito de reformulação da questão 2 (*Apresenta uma possível explicação para os trabalhadores espalharem sal sobre o gelo*). Este pedido tinha como objetivo levar os alunos a refletir sobre a sua explicação inicial, e, com base nas novas informações obtidas (temperaturas de fusão das duas amostras), criticar e eventualmente alterar a resposta inicial.

Seis dos oito grupos da Turma B reformularam a sua resposta. No Quadro 29 apresenta-se a explicação inicial (*Resposta à Q2*) e a explicação reformulada (*Resposta à Q4*) daqueles seis

grupos da Turma B. As restantes respostas encontram-se no Anexo J. O texto destacado na coluna *Resposta à Q4* corresponde a texto acrescentado pelos alunos à sua resposta inicial. O texto rasurado pelos alunos é também apresentado como rasurado na tabela.

Quadro 29 - Respostas escritas pelos alunos da Turma B às questões Q2 e Q4

Resposta à Q2	Resposta à Q4
A6, A8, A9: Se colocarmos sal (cloreto de sódio) sobre gelo (água no estado sólido), o gelo vai derreter e permitir que a estrada fique com passagem.	Se colocarmos sal (cloreto de sódio) sobre gelo (água no estado sólido), o gelo vai derreter e permitir que a estrada fique com passagem o ponto de fusão do gelo vai ser abaixo dos 0°C.
A24, A23, A27: Uma razão para espalharem sal sobre o gelo era para o sal (cloreto de sódio) talvez derreter o gelo possibilitando a passagem dos condutores.	Uma razão para espalharem sal sobre o gelo era para o sal (cloreto de sódio) talvez derreter o gelo possibilitando a passagem dos condutores. Uma possível explicação para os trabalhadores terem espalhar sal sobre o gelo pois como observamos ambos tinham a mesma temperatura e quantidade de sal mas o que tinha sal derreteu mais rápido por causa do sal que diminuiu o ponto de fusão.
A1, A11, A12: Os trabalhadores espalharam sal sobre o gelo que estava na estrada para os carros não deslizarem para não terem nenhum acidente. OU Os trabalhadores espalharam sal sobre o gelo que estava na estrada porque o sal pode ter alguma reação química.	Os trabalhadores espalharam sal sobre o gelo que estava na estrada para os carros não deslizarem para não terem nenhum acidente. OU Os trabalhadores espalharam sal sobre o gelo que estava na estrada porque o sal pode ter alguma reação química. A razão pela qual os trabalhadores colocam sal nas estradas geladas é porque o contacto do sal com o gelo faz com que a temperatura de fusão mude.

<p>A3, A4, A7: Uma possível explicação para os trabalhadores espalharem sal sobre o gelo é que o sal derrete o gelo.</p>	<p>Uma possível explicação para os trabalhadores espalharem sal sobre o gelo é que o sal derrete o gelo.</p> <p>Para fundir o gelo mais rapidamente possível.</p>
<p>A18, A19, A20, A22: Quando se mete sal no gelo, o gelo derrete e fica no estado líquido.</p>	<p>Quando se mete sal no gelo, o gelo derrete funde-se e fica no passa ao estado líquido.</p> <p>A mistura de sal com água a temperaturas inferiores, funde-se mais facilmente do que só água.</p>
<p>A15, A17, A25: Dado que o sal funde apenas aos 801°C, é impossível fundir à pressão atmosférica normal.</p> <p>O sal só faz fundir o gelo pois possui algum componente que lhe permite fundir o gelo.</p> <p>Assim, dá-se uma reação química: cloreto de sódio (s) e água (s) → água (aq).</p>	<p>Dado que o sal funde apenas aos 801°C, é impossível fundir à pressão atmosférica normal.</p> <p>O sal só faz fundir o gelo pois possui algum componente que lhe permite fundir o gelo.</p> <p>Assim, dá-se uma reação química: cloreto de sódio (s) e água (s) → água (aq).</p> <p>Os trabalhadores espalham sal (impurezas) sobre o gelo (substância pura) pois o sal fará com que a mistura tenha um ponto de fusão inferior ao da substância pura.</p>

Dos seis grupos que reformularam, dois fizeram alterações ao texto da resposta inicialmente fornecida (A6, A8, A9; A18, A19, A20, A22) enquanto os restantes quatro grupos optaram por acrescentar texto à primeira resposta (A3, A4, A7) ou mesmo escrever uma resposta nova (A15, A19, A25; A1, A11, A12; A24, A23, A27), mantendo o texto inicial inalterado. Isto é, apesar de o número de reformulações ter sido superior ao verificado no caso da questão 1, apenas dois dos grupos da turma foram capazes de analisar criticamente a resposta inicialmente fornecida e proceder a uma alteração da mesma.

Há que notar, todavia, que apesar de a maioria das reformulações não ter contemplado uma crítica ao inicialmente escrito, mas sobretudo um ‘aumento’ da resposta, como referido acima,

a análise das respostas finais mostra que o texto acrescentado (em destacado) introduziu, na maioria dos casos, informação relevante. De facto, quatro dos seis grupos que reformularam a sua resposta referiram, na resposta final, a ideia de alteração do ponto de fusão como resultado da adição do sal à água - «o sal fará com que a mistura tenha um ponto de fusão inferior ao da substância pura» (A15, A19, A25), «o contacto do sal com o gelo faz com que a temperatura de fusão mude» (A1, A11, A12), *‘o que tinha sal derreteu mais rápido por causa do sal que diminuiu o ponto de fusão’*(A24, A25, A27), *‘Se colocarmos sal (cloreto de sódio) sobre gelo (água no estado sólido), o ponto de fusão do gelo vai ser abaixo dos 0°C’* (A6, A8, A9) - referência esta que não se encontrava presente na resposta fornecida inicialmente por nenhum dos grupos.

Esta alusão à mudança da temperatura de fusão não se verificou nos restantes dois grupos que reformularam as suas respostas – um deles afirmou que *‘A mistura de sal com água a temperaturas inferiores, funde-se mais facilmente do que só água’* (A18, A19, A20, A22) e outro explicou que se adicionava sal ao gelo *‘Para fundir o gelo mais rapidamente possível’* (A3, A4, A7). Tanto um como outro grupo mediram as temperaturas de fusão das amostras e registaram os resultados; porém, parece não ter havido uma interpretação dos mesmos.

No caso da Turma A, o facto de o tempo destinado à resolução da Tarefa I ter sido de apenas 45 minutos, não permitiu a 7 dos 8 grupos da turma resolver as questões 4 e 5 da tarefa. Uma vez que a questão 4 da tarefa era aquela que solicitava a reformulação da Q2, a não resolução desta impossibilita a avaliação do efeito do pedido explícito de reformulação de respostas sobre a generalidade dos alunos. Esta análise pôde, contudo, ser aplicada ao grupo de alunos A28, A15 e A26 que, por ter terminado mais rapidamente a realização da atividade prática, foi o único da turma a responder à questão 4 da tarefa. No Quadro 30 apresentam-se a resposta inicial e a sua reformulação.

Quadro 30 - Respostas escritas por um grupo da Turma A às questões Q4 e Q2

Resposta à Q2	Resposta à Q4
A28, A15, A26: Uma possível explicação para os trabalhadores espalharem cloreto de sódio (sal), sobre o gelo da estrada, foi que se descobriu que o cloreto de sódio e a água, no estado sólido (gelo) originam uma reação física.	Uma possível explicação para os trabalhadores espalharem cloreto de sódio (sal), sobre o gelo da estrada, foi que se descobriu que o cloreto de sódio e a água, no estado sólido (gelo) originam uma reação física, que se dá o nome de fusão, isto é, a reação não originou novas substâncias.

A reformulação realizada pelo grupos de alunos A28, A15 e A26 continuou a não incluir uma comparação dos pontos de fusão das duas amostras, apesar de os alunos terem verificado experimentalmente que aqueles eram diferentes. Além disso, os alunos não foram capazes de olhar criticamente para a resposta inicialmente fornecida e rejeitar a ideia de ocorrência de uma ‘reação física’. Tornou-se assim, necessária a intervenção da professora-investigadora através do uso de feedback escrito (ver secção 7. Fornecimento de feedback escrito).

Constatou-se que seis dos grupos de ambas as turmas que não reformularam a sua respostas à Q1 apresentaram uma reformulação para a sua resposta à Q2, em cinco dos casos com resultados positivos, isto é, com a apresentação de uma resposta final mais adequada do que a inicialmente fornecida. Estes dados sugerem que, no caso destes grupos, a inclusão de um pedido escrito de reformulação na tarefa ajudou a estimular aquela atividade, fomentando o desenvolvimento de competências de reflexão e análise crítica.

7. Fornecimento de feedback escrito

Uma vez que o número de aulas lecionadas pela professora-investigadora foi bastante reduzido, e uma nova discussão das respostas fornecidas a esta tarefa seria impraticável, procurou-se estender a comunicação professor-aluno através de um feedback escrito a cada uma das respostas dos grupos nas próprias folhas da tarefa (ver Anexo K). A correção das fichas revestiu-se, assim, não apenas de um carácter avaliativo, mas também de um carácter formativo. Não foi possível estudar o efeito deste feedback nas aprendizagens dos alunos.

Num estudo posterior seria interessante pedir aos alunos que reformulassem as suas respostas uma vez mais após leitura do feedback escrito.

Capítulo VI

CONCLUSÕES

Esta investigação pretendia encontrar respostas para a questão *De que forma poderá ser estimulada a participação dos alunos nas aulas de Química e Física do 7º ano no contexto de uma prática de ensino investigativa e auto reflexiva?*. Ora, os dados recolhidos permitiram identificar duas vias distintas de estimular a participação dos alunos: (i) através da criação de momentos que possibilitem aos alunos explorar as suas ideias, formular explicações, argumentar com os seus colegas, escrever questões, e (ii) através da valorização dessas produções e do fornecimento de feedback – que pode partir tanto do professor como dos pares. Esta valorização aumentará a motivação dos alunos para realizarem novas intervenções.

Os resultados apontam no sentido de que as estratégias aplicadas estimularam a participação dos alunos, tendo sido alcançado o primeiro objetivo desta investigação (*Estimular a participação dos alunos nas aulas, quer sob a forma oral, quer sob a forma escrita*). A criação de momentos de escrita de questões permitiu recolher um conjunto de questões variadas, quer quanto à forma, quer quanto ao nível cognitivo do seu conteúdo. De facto, a comparação entre o número de questões escritas pelos alunos nas Folhas de Questões e o número de intervenções orais para três das aulas lecionadas revelou que o número de alunos que escreveram questões foi superior ao número de alunos que intervieram oralmente. Isto significa que alguns alunos que não interagem oralmente durante aquelas aulas, escreveram questões, o que suporta a ideia defendida por Dillon (1988), Maskill & Pedrosa de Jesus (1997) e Watts & Pedrosa de Jesus (2010), de que os alunos têm, de facto, questões a fazer, e que são capazes de as formular se estiverem presentes as condições necessárias.

Pelos dados que obtivemos, consideramos que essas condições se prendem sobretudo com tempo e privacidade. A comparação do número de questões formuladas nas aulas em que houve pausa para a escrita de questões e aquelas em que não houve revela precisamente esta diferença. Isto vai ao encontro do defendido por Chin (2001), que afirma que quando os alunos se encontram envolvidos em atividades podem não ter tempo para refletir e, como tal, não emergem questões. A ausência de questões poderá ser, a nosso ver, um sinal de que uma aprendizagem efetiva não está a ser realizada. Assim sendo, o momento de pausa, além de permitir aos alunos expor as suas dúvidas, pode constituir um momento de reflexão, organização de ideias e formulação de hipóteses.

Estas evidências revelam, também, que os alunos apresentaram uma maior predisposição para escrever do que para participar oralmente. Tal pode estar relacionado com os fatores enunciados no Capítulo II, tais como o desconforto social ou o medo do ridículo (Graesser & McMahan, 1993) ou, no que concerne às questões, com a dificuldade em formular questões no período de tempo mais curto que caracteriza as interações orais.

Também os momentos de trabalho em grupo constituíram, a nosso ver, oportunidades importantes para a interação social, tendo-se verificado, como seria de esperar, uma interação mais intensa durante estes momentos. Os registos áudio permitiram porém constatar que alguns dos alunos que participavam menos durante as aulas, tendiam também a ter uma participação menos ativa no trabalho de grupo, intervindo muito raramente.

Mais uma vez podem estar aqui a operar fatores inibidores como os referidos anteriormente. Estes dados revelam a importância da utilização de formas de intervenção individual como a escrita de questões, que permitam aos alunos mais inseguros expressar as suas dúvidas e ideias.

A discussão gerada a partir das questões escritas/respostas escritas/expressões orais dos alunos pareceu despertar grande entusiasmo na turma, tendo conduzido à formulação, pelos alunos, de novas questões e expressões orais pertinentes. Estas constatações sugerem que a integração das contribuições dos alunos na aula pode constituir uma forma de aumentar a sua motivação, bem como de integrar os alunos no processo de ensino e de aprendizagem. Pensamos, assim, que a discussão das contribuições de pares poderá ser um instrumento útil de aprendizagem para os alunos, na medida em que lhes dá uma maior liberdade para expressarem as suas ideias, ainda que não estejam muito seguros da sua correção, uma vez que sabem que existem outros a pensar de modo idêntico.

Com o segundo objetivo, pretendia-se promover espaços para a formulação e exploração de ideias e de questões pelos alunos.

Ora, o grande número de questões escritas pelos alunos durante os momentos de escrita de questões, revela a importância desta estratégia para recolha de dados relativos às dúvidas e ideias dos alunos. Embora a grande maioria das questões fosse bastante simples, visando sobretudo a obtenção de informações básicas, ou clarificação de conceitos abordados nas aulas, algumas daquelas revelaram que alguns alunos possuíam a capacidade de refletir mais

profundamente sobre os temas abordados, mostrando que estes eram capazes de formular hipóteses, de explorar consequências dos temas da aula, bem como transferir as aprendizagens da aula para situações imaginadas em contextos extra-aula. São disso exemplos as questões: *Quando a água passa ao estado gasoso esta dispersa-se na atmosfera? Se sim, podemos afirmar que um cubo de gelo é criado através da água líquida que veio do estado gasoso de inúmeros lugares?; Por que podem mudar de estado físico sem terem novas substâncias? Quando a água “vai” para as nuvens tem que passar pelo ar e apanhar resíduos e mais coisas.*

Além de proporcionar um tempo de reflexão que o ritmo das aulas talvez não permitisse, cremos que esta estratégia permite a formulação daquilo que Dewey (1944, p.152, citado em Watts, Alsop, Gould & Walsh, 1997) denomina por questões ‘genuínas’, por oposição a questões ‘estimuladas’, e que recomenda que estejam no centro da educação, de forma a favorecer ‘bons hábitos de pensamento’. Estas ‘questões genuínas’ são questões que intrigam verdadeiramente os alunos, e que poderão ser favorecidas pela maior segurança que a forma escrita proporciona, bem como por períodos de tempo de reflexão mais alargados.

É possível que quando um professor pede aos alunos que manifestem as suas dúvidas acerca de um determinado tópico, os alunos não o façam por incertezas relativamente à adequação da questão às expectativas do professor, ou porque questões relacionadas com tópicos anteriores são mais prementes. Algo que pode ilustrar aquela suposição é o facto de em várias ocasiões os alunos não terem respondido à solicitação da professora-investigadora para que expusessem as suas dúvidas acerca de vários conceitos ou fenómenos que a falta de reação oral espontânea sugeria não estarem muito claros. Contudo, nessa mesma aula, vários alunos escreveram questões que incidiam sobre aqueles tópicos. Além disso, um número considerável de questões dizia respeito a matérias anteriores, o que corrobora a ideia de que os alunos podem permanecer com dúvidas que os intrigam durante períodos de tempo alargados e não as exporem oralmente, sobretudo quando a aula versa sobre novos tópicos e a alusão aos anteriores pode parecer desadequada.

Cremos, ainda, que os alunos podem não colocar questões que julgam extrapolar o âmbito da aula, as quais poderiam, no fundo, ser manifestações de capacidades integrativas ou manifestar recurso a conhecimentos anteriores para interpretar as novas informações.

Pôde comprovar-se, ainda, que o tempo constitui um fator importante no estímulo à formulação de questões: nas aulas em que não existiu uma pausa para a escrita de questões, isto é, um momento exclusivamente dedicado a esta atividade, o número de questões escritas pelos alunos diminuiu significativamente, relativamente ao número de questões escritos na

aula em que aquele tempo foi disponibilizado. Estas constatações estão de acordo com o observado por autores como Watts & Pedrosa de Jesus (2005) e Chin (2001), que afirmam que a incorporação de um momento específico para a formulação de questões no plano de aula e o encorajamento dos alunos a fazerem-no favorece a produção de questões. Há que notar, porém, que mesmo quando não foi dispensado tempo específico da aula para a formulação de questões, alguns alunos escreveram questões, o que mostra que, de certa forma, valorizaram a estratégia.

Os momentos de trabalho em grupo constituíram um espaço importante para a exploração das ideias dos alunos, o que se tornou visível pela grande atividade dentro dos grupos, com apresentação de argumentos, construção conjunta de conhecimentos e, sobretudo, pela variedade de propostas que surgiram como forma de dar resposta a questões idênticas das Tarefas I e II. Para esta diversidade de propostas terá contribuído não apenas o facto de as ideias dos vários elementos de um grupo concorrerem para uma mesma resposta, mas também o facto de algumas das questões das tarefas serem questões de resposta aberta. É ainda de salientar que várias das propostas fornecidas, e consideradas viáveis, não haviam sido previstas pela professora-investigadora (por exemplo, a proposta de separação da mistura de limalha de ferro e farinha usando água, isto é, tirando partido das diferentes densidades da farinha e da limalha de ferro), o que demonstra que permitir aos alunos a possibilidade de serem parceiros no processo de ensino e de aprendizagem contribui para a criação de aulas mais ricas. Além disso, fomentam a ideia de que não existe apenas uma resposta certa para solucionar um problema, mas antes, uma variedade de caminhos possíveis.

Um outro objetivo desta investigação era valorizar as ideias e questões dos alunos. Acreditamos ter contribuído para aquela valorização através (i) da inclusão das questões escritas/respostas escritas/expressões orais dos alunos enquanto elemento de discussão em turma, (ii) do diálogo com os grupos durante a resolução das Tarefas I e II, em que se procurou não responder diretamente às questões dos alunos, mas colocar mais questões para compreender melhor as suas ideias, bem como ajudar a estruturar o seu pensamento; (iii) do incentivo à reformulação de respostas, e, finalmente, (iv) do fornecimento de feedback escrito às respostas escritas pelos alunos nas folhas das Tarefas I e II.

Além de valorizar as suas contribuições, a utilização das questões dos alunos para exploração dos assuntos da aula, ou sistematização de assuntos anteriores, poderá ter contribuído para aumentar a relevância daqueles assuntos, dado que se desenvolveram a partir de uma iniciativa dos alunos e, possivelmente, para o aumento da motivação dos alunos para as aprendizagens. Por outro lado, o uso dessas produções dos alunos para discussão em aulas posteriores constituiu uma forma de promover uma interação aluno-aluno mediada pelo professor, dado que os alunos tiveram a oportunidade de comentar as questões escritas pelos colegas. Embora seja natural considerar o feedback como partindo do professor e atuando sobre atividades do aluno, Nicol (2011, p. 116), defende que ‘muitos benefícios podem advir do feedback entre pares’. Segundo este autor, ‘muitos alunos podem ser mais recetivos ao feedback por parte do professor se os comentários que eles receberem dos seus pares estiverem de acordo com os do professor’. Assim, pensamos que o facto de os alunos terem comentado as questões escritas/respostas escritas/expressões orais dos seus colegas poderá ter constituído uma forma significativa de feedback entre pares, bem como ter contribuído para a partilha, com os alunos, do papel de gestor do processo de ensino e de aprendizagem que é comumente exclusiva do professor. A reflexão sobre as ‘produções’ dos pares poderá ter ainda contribuído para o desenvolvimento de capacidades de reflexão e de espírito crítico, bem como para criar uma cultura de ‘aceitação’ do erro na sala de aula, que em vez de ignorado, passa a ser encarado como elemento de discussão, podendo, eventualmente, ajudar a identificar erros semelhantes ou suscitar novas questões, hipóteses e raciocínios. É disto exemplo a explicação da definição de densidade, levada a cabo por um dos alunos, que assim o achou necessário para justificar a sua opinião a respeito da questão ‘*A quantidade de água continua a ser a mesma quando passa de um estado para o outro ou vai desaparecendo a água?*’. Ainda que, inicialmente, nada fizesse esperar que um aluno estabelecesse uma relação entre aquela questão e o conceito de densidade, sobretudo quando este não integra o programa do 7º ano de escolaridade, a verdade é que essa relação surgiu na mente do aluno e serviu para enriquecer a discussão da turma.

No que diz respeito ao diálogo com os grupos durante a resolução das tarefas I e II, procurou-se apresentar argumentos que fizessem os alunos compreender eventuais falhas na sua resposta, isto é, pretendeu-se levar os alunos a transformar as suas ideias, como alternativa à correção direta. Verificaram-se diferenças consideráveis no que diz respeito ao grau de autonomia dos alunos: se alguns grupos foram capazes de resolver as tarefas recorrendo nunca

ou raramente à ajuda da professora-investigadora, outros grupos revelaram-se bastante dependentes, solicitando frequentemente confirmação para as suas ideias ou informações extra. Instala-se, portanto, um dilema, na altura de planear as atividades de sala de aula: se por um lado, uma atividade com poucas diretrizes pode resultar frustrante para alunos menos autónomos, que acabam por não saber como abordar o problema, o excesso daquelas pode tornar a atividade pouco estimulante para os alunos mais autónomos, que em geral gostam de desafios. A este respeito, somos da opinião de Jones (2007, p. 40), que embora reconhecendo que alguns alunos ‘podem não responder tão bem à autonomia e exigir que todas as suas atividades sejam conduzidas pelo professor’, defende que ‘ceder aos alunos pode não servir os seus interesses’. Assim, no caso concreto das Tarefas I e II, optou-se por um tipo de atividade apenas com algumas diretrizes, que permitia uma grande margem de autonomia. Dentro desta margem de autonomia geral, o professor assumiu a responsabilidade de ajudar os alunos menos autónomos a atingir os objetivos propostos. Existe também a possibilidade de a solicitação recorrente da professora-investigadora constituir uma reação destes alunos a tarefas de exploração dos temas programáticos, isto é, tarefas que antecedem o ensino explícito desses temas, em vez de os precederem. Perkins (1991, citado em Villiers, 2006, p. 7), afirma que as abordagens construtivistas podem dar origem a ‘conflito cognitivo’ e a ‘complexidade cognitiva’ quando os professores estimulam o trabalho mais autónomo dos alunos e suspendem o ensino explícito e o fornecimento de soluções diretas. É possível que este tipo de reações tendesse a diminuir se o uso deste tipo de estratégias se tivesse prolongado no tempo.

O pedido de reformulação constituiu uma estratégia valorizadora das ideias expressas pelos alunos nas suas respostas escritas, na medida em que ofereceu uma oportunidade para aquelas se tornarem melhores, algo que a mera correção impossibilitaria. O facto de alguns alunos terem alterado, de alguma forma, as suas respostas após os momentos de discussão em turma e realização prática da atividade, sugere que esta estratégia tem a potencialidade de favorecer a reflexão dos alunos sobre as suas próprias ideias. Porém, dos grupos que alteraram as suas respostas, alguns limitaram-se a acrescentar ideias novas, algumas vezes incompatíveis com as anteriores, sem procederem a uma correção da resposta inicial. Estas evidências levam a supor falhas ao nível das capacidades críticas dos alunos.

Por outro lado, muitos dos grupos não reformularam as suas respostas, apesar de terem tido oportunidade para tal, e de terem tido acesso a informação diferente daquela que constava das suas respostas. A falta de reformulação por parte de alguns alunos pode dever-se ao facto de a

discussão em turma não ter sido, naqueles casos, efetiva, ou pode ter acontecido que os grupos em causa não foram capazes de reconhecer os seus erros nos erros da turma identificados pela professora-investigadora.

Por fim, a existência de um pedido explícito de reformulação parece aumentar a tendência dos alunos para o fazerem, pelo que a não reformulação de respostas por parte dos alunos se poderá dever também a uma falta de hábito em fazê-lo. Seria necessário utilizar este tipo de estratégias com maior frequência de forma a poder retirar conclusões mais fundamentadas.

Outra das estratégias para valorização das ideias dos alunos foi o fornecimento de feedback escrito pela professora investigadora, o qual constituiu uma extensão à interação com os alunos, visando, se não já uma reformulação das suas respostas, pelo menos uma reformulação das suas ideias incompletas ou incorretas. Dado o tempo de contacto limitado com os alunos, não houve possibilidade de avaliar a eficácia desta estratégia, isto é, não foi possível concluir se os problemas patentes nas respostas dos alunos deixaram de estar presentes, ou se, pelo menos, suscitaram dúvidas na mente dos alunos.

Consideramos que também o quarto objetivo da investigação (*Desenvolver uma prática de ensino investigativa e auto reflexiva*) foi alcançado. A prática de ensino desenvolvida teve, de facto, um carácter investigativo e reflexivo, na medida em que se procedeu à utilização de meios para observar a sala de aula, os alunos, o processo de ensino e de aprendizagem e sua interpretação, bem como à criação de estratégias adequadas à melhoria dos aspetos em que foram identificados problemas. Assim, a recolha de questões forneceu informação acerca de falhas no conhecimento e dúvidas implícitas na expressão escrita dos alunos, o que corrobora os resultados encontrados por Maskill & Pedrosa de Jesus (1997). Da mesma forma, a análise do discurso oral dos alunos e das suas respostas escritas constituiu uma fonte de informação importante relativamente àqueles aspetos, bem como os momentos de exploração das ‘produções’ escritas e orais dos alunos, que permitiram aceder às dúvidas de outros alunos, que se identificaram com as ideias expressas nas questões, respostas e manifestações orais dos seus colegas.

Também no fornecimento de feedback escrito esteve presente uma grande componente reflexiva, na medida em que se procurou interpretar os raciocínios dos alunos, por forma a dar-lhes uma resposta adequada. O mesmo se aplica às discussões de turma decorrentes da resolução das Tarefas I e II, em que houve a necessidade de salientar as diferenças e

semelhanças das diversas propostas sugeridas, e guiar a turma para uma proposta comum, a executar.

A atitude investigativa e reflexiva contribuiu para uma abordagem de ensino construtivista, uma vez que o ter considerado a resposta dos alunos às estratégias aplicadas e consequente alteração das mesmas, como forma de melhor servir as necessidades dos alunos, criou uma relação e um diálogo entre alunos e professor, considerada uma das vertentes do ensino construtivista, onde os alunos e professor são parceiros no processo de ensino e de aprendizagem.

Limitações do estudo e sugestões para estudos futuros

A investigação qualitativa, bem como o movimento da investigação-pelos-professores quer que os sujeitos do estudo ‘falem por si próprios’ (Sherman & Webb, 2001, p. 5). Neste estudo, apenas a professora-investigadora manifestou os seus pontos de vista. Ainda que as produções dos alunos tenham sido o foco principal da investigação, estas referiam-se sobretudo aos conteúdos das aulas, não visando nunca críticas ou opiniões dos alunos acerca da estruturação do estudo. Seria interessante, num estudo futuro, permitir que os alunos se manifestassem explicitamente sobre a própria investigação e as estratégias utilizadas, por exemplo através de entrevistas.

Outra limitação do estudo está relacionada com a própria metodologia escolhida – a metodologia de estudo de caso. Uma vez que a amostra em estudo é reduzida, e não pode ser considerada representativa, os resultados obtidos não são generalizáveis. Por outro lado, sendo as metodologias qualitativas e a investigação-pelos-professores em particular, bastante sujeitas à interpretação pessoal dos dados, a triangulação de dados teria constituído uma forma de minimizar estes efeitos.

Existiram ainda limitações de tempo de contacto com os alunos, que impossibilitaram o cumprimento do plano de investigação na sua totalidade. Exemplo disso foi a inclusão de um momento dedicado à escrita de questões apenas em algumas aulas, e não em todas, como se pretendia. Considerando que o hábito em escrever questões torna os alunos mais aptos nessa tarefa, seria interessante avaliar a evolução do desempenho dos alunos na formulação de

questões, caso a estratégia se tivesse mantido ao longo das aulas. Fica a sugestão para um estudo futuro.

Outra sugestão seria a de explorar um pouco mais as questões escritas dos alunos. Uma vez que cada aluno manteve a mesma Folha de Questões ao longo de várias aulas, existia a possibilidade de os alunos se confrontarem com as questões das aulas anteriores e de refletirem sobre as mesmas. Nesta investigação, um dos alunos tomou a iniciativa de responder à sua própria questão (escrita numa aula anterior). Do mesmo modo, poder-se-ia propor aos alunos que tentassem responder às suas próprias questões, o que de resto foi já anteriormente sugerido por vários autores (Chin & Kayalvizhi, 2002; Gibson, 1998; Watts, Barber & Alsop, 1997, citados em Cox, 2011, p.231). Tal poderia ajudar os alunos a desenvolverem a sua metacognição, pois segundo McClure & College (2004), os professores que encontram formas de ajudar os seus alunos a responder às suas próprias questões são professores que ajudam os seus alunos a tornarem-se mais conhecedores e em controlo dos seus recursos cognitivos. Ainda, poder-se-ia pedir aos alunos que tentassem responder às questões uns dos outros, ou incluir algumas das questões nos instrumentos de avaliação, tais como tarefas ou testes.

Também o estudo das ideias dos alunos poderia ter sido aprofundado através de entrevistas em que se pediria àqueles que explicassem, mais detalhadamente, o significado de expressões ou raciocínio menos claros, implícitos nas suas questões, no discurso oral e nas suas respostas escritas.

Relativamente à intenção de valorizar as ideias dos alunos, esta também poderia ter sido levada um passo mais longe. De todas as propostas que emanaram das discussões de grupo, apenas uma foi utilizada, em cada uma das tarefas, para posterior execução. Uma vez que a execução prática requeria a manipulação de material, e dado o reduzido tempo de aula, aquele encontrava-se já previamente preparado. Esta prévia preparação do material pressupunha, no entanto, a assunção de uma determinada solução para o problema. Dada a impossibilidade de prever as soluções que os alunos apresentariam, foi necessário optar pela execução de uma solução para o problema e discussão em turma das restantes – explicando a viabilidade ou inviabilidade das mesmas. Num estudo posterior poderia promover-se a realização de todas as propostas, o que permitiria observar e comparar os vários resultados obtidos.

Uma outra medida de valorização seria a possibilidade de os alunos reformularem as suas respostas após leitura do feedback escrito da professora-investigadora.

BIBLIOGRAFIA

- Atweh, B. (2004). Understanding for changing and changing for understanding. Praxis between practice and theory through action research in mathematics education. In P. Valero & R. Zevenbergen (Eds.), (Vol.3) *Researching the socio-political dimensions of mathematics: Issues of Power in Theory and Methodology* (pp. 187-206). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Barker, T. & Barker, J. (2001). How Group Working Was used to Provide a Constructive Computer-based learning Environment. In M. Beynon, C. L. Nehaniv & K. Dautenhahn (Eds.), *Cognitive Technology Instruments of Mind* (pp. 203-213). New York: Springer.
- Batista, M. E. (2010). *Aprendizagem de Física e Química Baseada na Resolução de Problemas*. Dissertação de Mestrado não publicada. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- BerryHill, K. J. (2005). *Stimulating Science Wonderment and Developing Scientific Knowledge Through Multi-Day Field Trips and Post-Field Trip Follow Up*. Michigan: Michigan State University.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos* Porto: Porto Editora.
- Brooks, J. G. & Brooks, M. G. (1999). Posing problems of Emerging Relevance to Students, *The Case For Constructivist Classrooms - in search of understandings* (pp. 35-45). Alexandria, Virginia USA: ASCD - Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brooks, M. G. & Brooks, J. G. (2010). The Courage to Be Constructivist. In K. Ryan & J. Cooper (Eds.), *Kaleidoscope: Contemporary and Classic Readings in Education* (pp. 181-187). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Burton, F. R. & Seidl, B. L. (2009). Teacher Researcher Projects: From the Elementary School - Teacher's Perspective. In J. Flood, D. Lapp, J. R. Squire & J. M. Jensen (Eds.),

- Methods of Research on Teaching The English Language Arts* (pp. 195 - 210). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Campoy, R. (2005). *Introduction to Reflective Problem Solving*. In D. McDaniel (Ed.), *Case Study Analysis In The Classroom - Becoming a Reflective Teacher* (pp. 39-50). Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Chin, C. (2001). Learning in Science: What Do Students' Questions Tell Us About Their Thinking? *Education Journal*, 29(2), 85-103.
- Chin, C. & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138
- Ciardiello, A. V. (1998). Did you ask a good question today? Alternative cognitive and metacognitive strategies. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 42(3), 210-223.
- Cox, C. (2011). Q&A Reports. In D. McDaniel (Ed.), *Literature-Based Teaching in the Content Areas: 40 Strategies for K-8 Classrooms* (pp. 231-238). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Dewey, J. (1916). Democracy and Education. In J. A. Bodyston (Ed.), *The Middle Works of John Dewey, 1899-1924* (Vol. 9). Illinois: Board of Trustees.
- Dillon, J. T. (1988). Student Questions, *Questioning and teaching: a manual of practice* (pp. 6-41). Beckenham: Croom Helm Ltd.
- Ertmer, P. A. & Simons, K. D. (2005/2006). Scaffolding Teachers' Efforts to Implement Problem-Based Learning. *International Journal of Learning*, 12(6), 297-306.
- Fleischer, C. (1995). *Introduction: The picture Albums of a Prosaic Story*. In A. R. Tom (Ed.), *Composing Teacher-Research: a prosaic story*. (pp. 1-6). New York: State University of New York Press, Albany.

- Freebody, P. (2004). Methods and Methodologies: Ethnography, Case Study and Action Research. In P. Freebody (Ed.), *Qualitative research in education: interaction and practice* (pp. 75-89). London: Sage Publication Ltd.
- Gagnon, G. & Collay, M. (2006). Preface. In F. Zucker (Ed.), *Constructivist learning design: Key questions for teaching to standards* London: Sage Publications Ltd.
- Gott, S. P., Lesgold, A. & Kane, R. S. (1998). Tutoring for Transfer of Technical Competence. In B. G. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: case studies in instructional design* (pp. 33-48). New Jersey: Educational Technology Publications, Inc.
- Graesser, A. C. & McMahan, C. L. (1993). Anomalous information triggers questions when adults solve quantitative problems and comprehend stories. *Journal of Educational Psychology*, 85(s.a.), 136-151.
- Guba, E. G. & Lincoln, Y. S. (1994). Competing Paradigms in Qualitative Research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 105-117). Thousand Oaks: CA: Sage.
- Guerra, N. M. (2002). *As perguntas dos alunos e as pedagogias inclusivas: Contributos da Supervisão*. Dissertação de Mestrado não publicada. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Guthrie, J. T. & Taboada, A. (2004). Fostering the cognitive strategies of reading comprehension. In J. T. Guthrie, A. Wigfield & K. C. Perencevich (Eds.), *Motivating reading comprehension: Concept-Oriented reading Instructions* (pp. 87-112). Mahwah: Erlbaum.
- Herdeiro, R. & Silva, A. M. (2008). *Práticas reflexivas: uma estratégia de desenvolvimento profissional dos docentes*. Comunicação apresentada no IV Colóquio Luso-Brasileiro Sobre Questões Curriculares, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2-4 de Setembro.
- Jackson, S. L. (2011). Descriptive Methods. In L. Schreiber-Gangster (Ed.), *Research Methods and Statistics: A Critical Thinking Approach* (pp. 79-108). Belmont: Linda Schreiber-Gangster.

- Jones, L. (Ed.). (2007). *The Student-Centered Classroom*. New York: Cambridge University Press.
- Killen, R. (2007). Outcomes-based education: A broad context for quality teaching and learning. In M. Nel (Ed.), *Teaching Strategies for Outcomes-based Education* (pp. 48-69). Cape Town: Juta & Co.
- Lampert, M. (1997). Teaching about Thinking and Thinking about Teaching. In V. Richardson (Ed.), *Constructivist Teacher Education - Building a World of New Understandings* (pp. 84 - 103). London: FalmerPress.
- Lankshear, C. & Knobel, M. (2004). An Introduction to teacher research, *A handbook for teacher research: from design to implementation* (pp. 3-23). Maidenhead, UK: Open University Press.
- Lund, J. L. & Kirk, M. F. (2010). Open-response Questions. In S. Quinn (Ed.), *Performance-Based Assessment for Middle and High School Physical Education* (pp. 95-110). Windsor: Human Kinetics.
- McClure, N. & College, F. S. (Eds.). (2004). *Idea paper no.2: Found ways to help students answer their own questions*. Fairmont, West Virginia: Youngstown State University. Retrieved from <http://www.theideacenter.org/node/64> Consultado em Outubro de 2011.
- Maskill, R. & Pedrosa de Jesus, H. (1997). Pupils' questions, alternative frameworks and the design of science teaching. *International Journal of Science Education*, 19(7), 781-799
- McCombs, B. L. & Miller, L. (2009). The School Leader's Guide to Learner-Centered Education: From Complexity to Simplicity. In J. Allan (Eds.)
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). Focusing and Bounding the Collection of data: The Substantive Start. In R. Holland (Ed.), *Qualitative data anylisis: an expanded sourcebook* (pp. 16-39). Thousand Oaks: Sage Publications.

- Moreira, M. A. (2002). Pesquisa em educação em ciências: métodos qualitativos. *Actas del I Encuentro Iberoamericano sobre Investigación en Educación en Ciencias*. Universidad de Burgos, Espanha: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.
- Murphy, P. K. & Mason, L. (2006). Changing Knowledge and Beliefs. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 305-324). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, Publishers.
- Neri de Souza, F. (2006). *Perguntas na aprendizagem de Química no Ensino Superior*. Tese de Doutorado. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Nicol, D. (2011). Good Designs for Written Feedback for Students. In L. Schreiber-Ganster (Ed.), *McKeachie's Teacher Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers* (pp. 108-124). Belmont: Wadsworth Cengage Learning.
- Nunan, D. (1992). Defining Case Studies. In S. Graham (Ed.), *Research methods in language learning* (pp. 74-78). New York Cambridge University Press.
- Oliveira, S. L. (2001). *Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Olson, G. M., Duffy, S. A. & Mack, R. L. (1985). Question-asking as a component of text comprehension. In A. C. Graesser & J. B. Black (Eds.), *The psychology of questions*. Hillsdale: Erlbaum.
- Osborne, R. & Wittrock, M. (1985). The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, 12, 59-87.
- Pardal, L. & Correia, E. (1995). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Porto: Areal Editores, LDA.
- Pedrosa de Jesus, M.H.G.T. (1991). An investigation of pupils' questions in science teaching. Tese de doutoramento não publicada, Norwich, U.K.: Universidade de East Anglia.

- Pedrosa de Jesus, H., Almeida, P. & Watts, M. (2004). Questioning Styles and Students' Learning: Four case studies. *Educational Psychology*, 24(4), 531-548.
doi:10.1080/0144341042000228889
- Pedrosa de Jesus, H., Almeida, P. A., Teixeira-Dias, J. J. & Watts, M. (2006). Students' questions: building a bridge between Kolb's learning styles and approaches to learning. *Education þ Training*, 48, 97-111.
doi: 10.1108/00400910610651746.
- Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., Teixeira-Dias, J. J. C. & Watts, M. (2001). *Questioning in Chemistry at The University*. Paper presented at the 6th European Conference on Research in Chemical Education, Universidade de Aveiro, Aveiro, 4-8 September.
- Ponte, J. P. (1991). Ciências da Educação, Mudança Educacional, Formação de Professores e Novas Tecnologias. In A. Nóvoa, B. P. Campos, J. P. Ponte & M. E. B. Santos (Eds.), *Ciências da Educação e Mudança*. Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.
- Ray, R. (1992). Compositions from the Teacher-Research Point of View. In M. L. Hawse (Ed.), *Methods and methodology in composition research* (pp. 172-189). Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Richardson, V. (1997). Constructivist Teaching and Teacher Education: Theory and Practice. In V. Richardson (Ed.), *Constructivist Teacher Education - Building a World of New Understandings* (pp. 3-12). London.
- Root, S. (2008). Teacher research in Service-Learning. In S. H. Billing & A. S. Waterman (Eds.), *Studying service-learning: innovations in education research methodology* (pp. 155-166). Mahwah: Taylor & Francis e-Library.
- Ruiz, J. Á. (1985). *Metodologia Científica: Guia para Eficiência nos Estudos*. S. Paulo: Atlas.

- Scott, D. & Morrison, M. (2006). Naturalistic Observation. In D. Scott & M. Morrison (Eds.), *Key Ideas in Educational Research* (pp. 162-164). New York: Continuum International Publishing Group.
- Seah, L. H. & Hart, C. (2006). A cross disciplinary analysis of science classroom discourse. In W. Bokhorst-Heng, M. Osborne & K. Lee (Eds.), *Redesigning pedagogy: Reflections on theory and praxis* (pp. 191-202). Rotterdam: Sense Publishers.
- Sherman, R. R. & Webb, R. B. (2001). Qualitative research in education: A focus. In R. R. Sherman & R. B. Webb (Eds.), *Qualitative research in education: focus and methods* London: Routledge Falmer.
- Silva, M. R. P. (2002). *O desenvolvimento de competências de comunicação e a formação inicial de professores de Ciências: o caso particular das perguntas na sala de aula*. Dissertação de Mestrado não publicada. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Smith, G. A. (2008). First-Day Questions for the Learner-Centered Classroom. *The National Teaching and Learning Forum* 17(5), 1-4.
- Teixeira-Dias, J. J. C., Pedrosa de Jesus, M. H., Neri de Souza, F. & Watts, M. (2005). Teaching for quality learning in chemistry. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1123-1137.
doi:10.1080/09500690500102813.
- Villiers, M. R. D. (2006). The Six C's Framework for E-learning. In N. A. Buzzetto-More (Ed.), *Advanced Principles of Effective e-Learning* (pp. 1-25). California: Informing Science Press.
- Watts, M., Alsop, S., Gould, G. & Walsh, A. (1997). Prompting teachers' constructive reflection: pupils' questions as critical incidents. *International Journal of Science Education* 19(9), 1025-1037

- Watts, M. & Pedrosa de Jesus, H. (2005). The cause and affect of asking questions: Reflective case studies from undergraduate sciences. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 5(4), 437-452.
doi:10.1080/14926150509556674
- Watts, M. & Pedrosa de Jesus, H. (2010). Questions and Science. In R. Toplis (Ed.), *How Science Works - Exploring effective pedagogy and practice* (pp. 85-102). London: Routledge.
- Wise, A. F. & O'Neill, K. (2009). Beyond More Versus Less: A Reframing of The Debate on Instructional Guidance. In S. Tobias & T. M. Duffy (Eds.), *Constructivist Instruction: Success or Failure?* (pp. 82-105). New York: Routledge.
- Yin, R. K. (2003). Introduction. In K. Wiley (Ed.), *Case Study Research: Design and Methods* (Vol. 5, pp. 1-15). Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.

RIA – Repositório Institucional da Universidade de Aveiro

<http://ria.ua.pt>

Estes anexos só estão disponíveis para consulta através do CD-ROM.

Para consultar o CD-ROM deve dirigir-se ao balcão de atendimento da Biblioteca da UA.

Serviços de Biblioteca, Informação Documental e Museologia
Universidade de Aveiro